

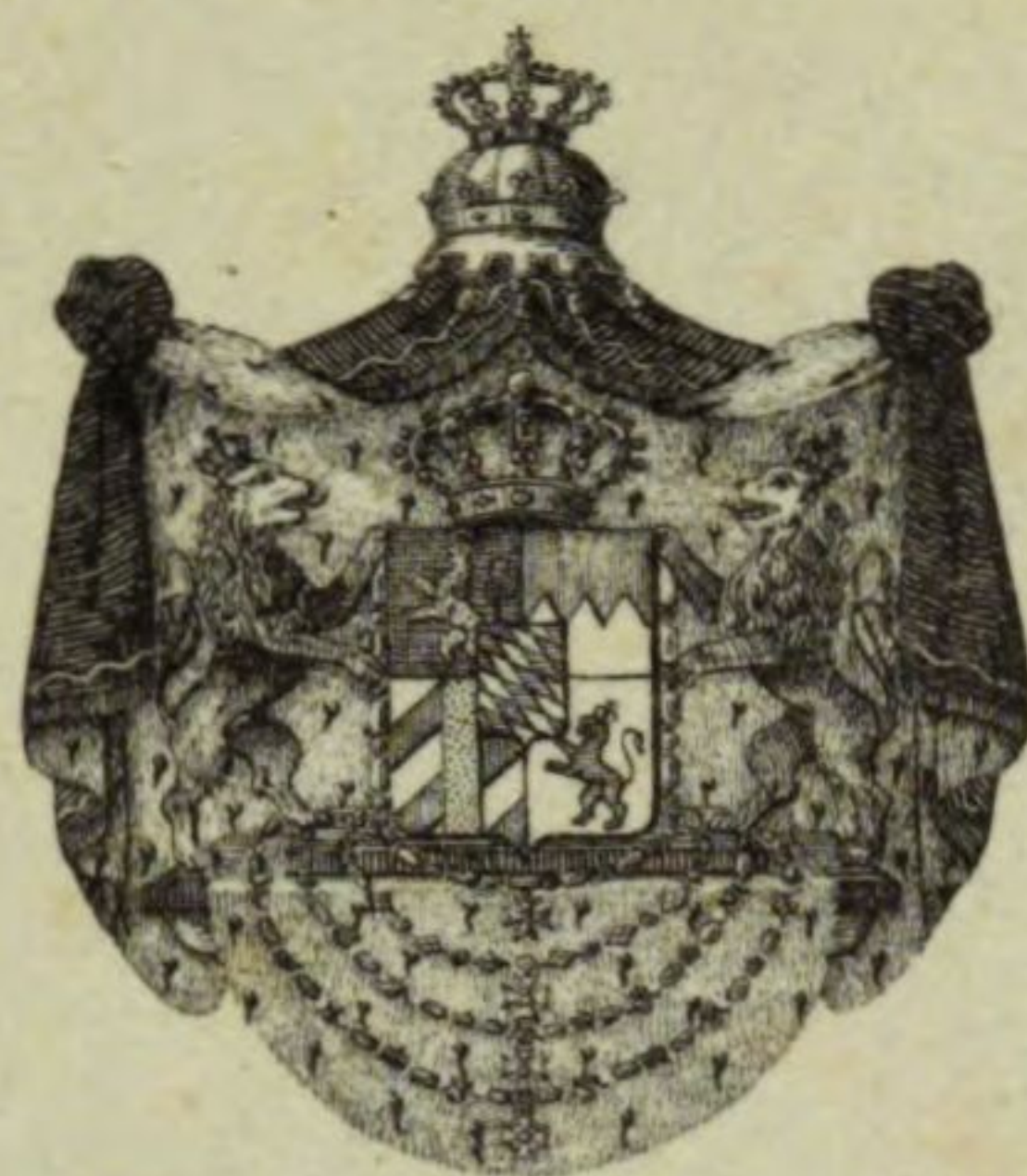
Phyt.

741

b

Phyl.
9475

Unge



BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

<36635206940016

S

<36635206940016

Bayer. Staatsbibliothek

^e
Die Pflanze

im Momente

d e r

Thierwerdung.

Beobachtet

von

Dr. F. Unger.

Wien 1843.

Fr. Beck's Universitäts-Buchhandlung.

19. B.



Ein Thier ist eine Blütenblase, von der Erde losgetrennt, im Wasser
und in der Luft allein lebend, durch eigene Bewegung.

Oken.



Gedruckt bei J. P. Sollinger.

An Herrn

Dr. Stephan Endlicher

in Wien.



Dr. Krumm

Dr. Stephan Kradtcher

in 1810.

I. Brief.

Vorwortliches.

Liebster Freund!

Ich sende Dir hier ein Päckchen Briefe auf einmal, die ich seit einigen Wochen an Dich geschrieben, aber bis jetzt zurückbehalten habe, um Dir ihren Inhalt, die Resultate einer kürzlich über das Thierwerden einer Pflanze gemachten Erfahrungen, im Zusammenhange zu übergeben.

Nicht leicht möchte ein Gegenstand wichtiger und folgenreicher genannt werden können, und eben darum auch mehr Umsicht und Schärfe im Beobachten erfordern, als dieser. Ich habe mich bemüht, diesem Erfordernisse nach allen meinen Kräften zu entsprechen, und was die Folgerungen betrifft, die ich aus den Erfahrungen gezogen, so sind sie so ungezwungen, dass ich hier am allerwenigsten Widerspruch erwarfe. Die Sache liegt meines Erachtens zu offen da, als dass sie zu einem gegründeten Zweifel Veranlassung geben könnte. Indess ist nicht abzusehen, dass der Schlusssatz, zu dem ich gekommen: die Pflanzenwelt sei die grosse Gebärmutter der Thierwelt, so ganz ohne Einwürfe bleiben dürfte. Ich selbst könnte hunderte machen, und es liegt wahrlich nichts daran, ob ihrer noch mehrere möglich sind, bin ich nur einmal gewiss, dass die Vorstellung von dem gegenseitigen Verhältnisse beider Reiche organischer Wesen, die man sich gegenwärtig macht, erschüttert wird, und zu neuen Forschungen

Veranlassung gibt. Es gehört wahrlich nicht viel Naturphilosophie dazu, um einzusehen, dass die Kräuter einer Wiese nicht da sind, um von Schafen und Rindern gefressen zu werden; um so mehr muss man bedauern, wenn man in einem der gehaltvollsten neueren Werke liest: »Nur an phantastischem Mysticismus krankende Wissenschaft, nicht aber eine klare, sich selbst verstehende Naturphilosophie kann zu solchen Träumereien kommen, dass Geschöpfe bald einmal Thier, bald einmal Pflanzen sein können. Wäre das möglich, so müsste doch vielleicht ein Wesen bald einmal Fisch, bald einmal Vogel, oder bald Conferve, bald Rose seyn können, und dann wäre alle unsere Naturwissenschaft Thorheit, und wir thäten besser, Kartoffeln zu bauen und sie zu verzehren, wären aber auch da nicht sicher, dass sie nicht einmal zu Mäusen würden, und davonliefen.«

An solchen gleich von vorn herein absprechenden, und oben-drein sarkastischen Sentenzen kann jeder ruhige Forscher, dem es nicht um Rechthaberei, sondern um Wahrheit zu thun ist, unbekümmert vorübergehen, desshalb wird er sich auch nicht gekränkt fühlen, wenn er in der Vertheidigung solcher vermeintlicher Absurditäten verspottet, oder wohl gar an den Pranger gestellt wird. Wer, dem Recht und Ehre keine leeren Worte sind, gibt für sie nicht gerne Gut und Blut, und eine Idee, von der wir überzeugt sind, dass sie fruchtbringend für die Wissenschaft wird, sollte uns nicht so viel Kraft geben, für sie einzustehen?

Du magst also allerdings diese Blätter zum Drucke bringen, ich habe nichts dagegen. Vielleicht denkt doch Mancher, wenn er sie nur erst gelesen, an Shakspeare's allbekannte Worte:

These are more things in heaven and earth —
Than are dreamt of in your philosophy.

Dein

Unger.

II. Brief.

Geschichtliches über *Vaucheria clavata*. Beobachtungen der freiwilligen Bewegung ihrer Sporen und deren Proliferiren. Meinungen darüber.

Lieber Freund!

Als vor fünfzehn Jahren meine Beobachtungen über die *Ectosperma clavata* Vauch. (*Vaucheria clavata* Agdh.) durch B. G. Nees von Esenbeck in den Acten der Academie der Naturforscher, Vol. XIII. P. 11, eingeführt wurden, hatte ich wohl nicht geträumet, dass es mir dereinst noch glücken würde, eines der wichtigsten Probleme der Physiologie, die Nachweisung eines directen Ueberganges der Pflanzenwelt in die Thierwelt, die ich damals allerdings schon gemacht zu haben glaubte, noch einer weiteren Enthüllung näher zu führen. Als armer Student, verlassen und ohne Führer, hatte ich es gewagt, einen Gegenstand zur Sprache zu bringen, der schon vorher von ausgezeichneten Forschern untersucht und verschiedentlich beleuchtet wurde. Nur jugendlicher Leichtsinn konnte mir so viel Selbstvertrauen einflößen, jene Beobachtungen, die ich nur durch eines der schlechtesten zusammengesetzten Microscope, die es geben kann, zu machen im Stande war, und die daher nothwendig sehr mangelhaft bleiben mussten, der Mittheilung werth zu halten. Dessungeachtet wurde diese meine Erstlingsarbeit nicht ohne Beifall aufgenommen, und ging aus den Acten der Academie in mehrere wissenschaftliche Zeitschriften über. Der Gegenstand

war es, der durch seine Wichtigkeit das Interesse von so vielen Seiten her in Anspruch nahm.

Schon Treutepohl hatte im Jahre 1807 in Roth's „botanischen Bemerkungen und Berichtigungen“, p. 185, die ersten Beobachtungen über die bewegten Keime obgenannter Alge (*Conferva dichotoma* Linn.) und über ihre Entwicklung zu Pflanzen derselben Art niedergelegt und durch Abbildungen verdeutlicht. Der Erste, der diese Beobachtungen bestätigte, war Dr. B. G. Nees von Esenbeck. Von Seite 38 bis 41 seiner kleinen Schrift: »Die Algen des süßen Wassers nach ihren Entwicklungsstufen dargestellt,“ ^{Würzburg} Bamberg 1814, gibt er eine ausführliche Beschreibung der Bildung und Geburt der Keime von Ectosperma, die er geradezu Infusorien nennt, und von denen er angibt, dass, sobald nur der grössere Theil desselben aus dem Schlauche der Pflanze hervorgetreten ist, im Discus die Pulsation eines Eingeweides erscheine. Da es aus dem Ganzen dieses kleinen Werkes ersichtlich ist, wie unvollkommen die optischen Hilfsmittel, deren sich der Verfasser damals bediente, waren, so kann auch auf diese Angabe durchaus kein Gewicht gelegt werden, im Gegentheile dürften nachstehende Beobachtungen zeigen, dass Nees sich hierin irrte.

Uebrigens ist die ganze dort ausgesprochene Ansicht vom Verhältnisse der niedern Algen zu den Infusorien auf damals noch sehr mangelhafte Untersuchungen dieser so wie jener Wesen gegründet, und kann gegenwärtig wohl nicht mehr füglich irgend einen wissenschaftlichen Anhaltspunct gewähren.

Auch später hat Nees von Esenbeck jener Erscheinungen der *Vaucheria* nochmals gedacht (N. Acta Acad. C. L. C. Tom. XI. p. 520. — 1823).

Diese Beobachtungen sind jedoch von den meisten Systematikern als mehr oder weniger unglaublich übergangen worden, so z. B. von C. A. Agardh (*Systema Algarum. Lundae* 1824), Lyngbye u. A. m., obgleich Ersterer angibt (N. Acta

Acad. C. L. C. Tom. XIV. P. II. p. 742, 1829), schon im Jahre 1811 eine ähnliche, obgleich unvollkommene Erfahrung gemacht zu haben.

Nur Bory de St. Vincent (Encycl. méth. Hist. nat. T. II.) hat diese, mit vielen naturphilosophischen Speculationen verwebten Erfahrungen für seine Ansichten zu benützen gesucht.

Meine an dem genannten Orte (l. c. p. 793 et seqq. 1827) gemachten Mittheilungen waren im Wesentlichen folgende: Die Spitzen der aus einem ungegliederten, verzweigten Schlauche bestehenden Alge des süßen Wassers schwellen keulenförmig an, werden dunkelgrün und es gehen Veränderungen im Innern vor sich. Bald darauf reißt die oberste Stelle dieser keulenförmigen Anschwellung ein, und es drängt sich aus der Oeffnung ein kugelförmiger, vorn lichter, hinten dunkler Körper selbstständig heraus, der im Wasser wie ein Infusorium herumswimmt.

Nach ungefähr einer Stunde hören die Bewegungen auf, der etwas längliche Körper wird kugelrund und gleichmässig gefärbt, und fängt an zu keimen, wobei ein in Wurzelzäsern endender und ein diesem meist entgegengesetzter Fortsatz sich bilden. Letzterer schwillt schon nach 10—12 Tagen wieder zu jener keulenförmigen Erweiterung an, und gibt auf dieselbe Art einen infusoriellen Keim von sich. Unter den entleerten Keulen treibt die Pflanze weiter, entwickelt sich zu neuen keulenförmigen Anhängseln, die später in verschiedenen Modificationen auch an den Seiten erscheinen, ohne jedoch mit der Entbindung einer Monade zu enden.

Ein Gegenstand, der wie dieser so wunderbar erschien, konnte nicht anders, als die Aufmerksamkeit im hohen Grade erregen, und theils zu Urtheilen, theils zu neuen Beobachtungen auffordern.

Es dürfte nicht uninteressant seyn, sowohl jene, die in verschiedenen Schriften hierüber bekannt geworden sind, als

die Erfolge dieser, in einer gedrängten Zusammenstellung noch einmal zu vernehmen.

So spricht sich unter Andern der Herausgeber der „Linnaea“ im Jahre 1828 (Linnaea B. IV. Hft. II) folgender Massen aus: „Dieses so dargestellte Factum scheint uns jedoch noch manchen Beweises zu bedürfen, um unumstössliche Gewissheit zu gewähren, welche wir aus der vorliegenden Beobachtung nicht zu entnehmen vermögen, denn dass die ausgestossenen Kugeln eine Stunde lang sich bewegten, scheint uns noch zu wenig ihren thierischen Zustand darzuthun, sollten ferner nicht auch Infusorien im Wasser gewesen seyn?“

Auf ganz ähnliche Weise liess sich über diesen Gegenstand C. A. Agardh (Species Algarum Vol. II. Sec. I., p. 32. 1829) vernehmen: „*Illud factum nuperius quidem novis documentis certe memorabili observatione Unger i auctum est, non tamen rem extra dubium ponente, cum adhuc possibilis quaedam nudorum polyporum in Vaucheriiis frequentium cum coniocystis commutatio,*“ und (Nova Acta Acad. C. L. C. Tom. XIV., P. II. p. 742): „Ohne Zweifel hat diese Beobachtung durch Unger's Abhandlung ein neues Gewicht erhalten; doch scheint mir auch hiedurch die Sache noch nicht ganz entschieden. Denn was besonders meine Aufmerksamkeit erregt, ist, dass Unger die Coniocysten in Fig. 1 und 2 seiner Tafel für nicht verschieden von den Thiergehäusen in Fig. 10 und 11 hält, da diese doch einem jeden Algologen unter ihrer wahren Bedeutung bekannt sind, und also durch diese Verwechslung es möglich wäre, dass der Verfasser die Thiere nicht an den Coniocysten, sondern aus den Auswüchsen habe entschlüpfen sehen.“ Mit Recht begegnet schon Nees von Esenbeck in einer Note dieser Zumuthung, welche mir unrechter Weise gemacht wurde, indem ich gerade das Entgegengesetzte anführte. Indess muss ich bekennen, dass ich durch die nicht genaue Unterscheidung zwischen den selbstbeweglichen Körpern der End-

keulen und dem Contentum der erweiterten keulenförmigen Anhängsel in einen groben Irrthum, von dem ich selbst in einer späteren Gegenrede (Flora 1830. p. 569 seqq.) noch keine Ahnung hatte, verfallen bin, der aber leider auch über das übrige richtig Beobachtete einen Schein von Unsicherheit ziehen musste, und den Gegnern zu einem Angriffspuncte dienen konnte.

Kurze Zeit darauf (2. December 1829) hatte ich an einem Exemplare von *Ectosperma*, das ich aus dem Grunde des Flussbettes eines zugefrorenen Donauarmes bei Stockerau holte, das Austreten der beweglichen Sporen wieder wahrgenommen.

Mittlerweile erschien von Meyen in den Nov. Act. Acad. C. L. C. Tom. XIV. P. II. eine Abhandlung über Algen des süßen Wassers, worin auch den Vaucherien ein eigenes Capitel gewidmet ist. Der Verfasser beschreibt zwar ebenfalls das Austreten der Gemmen der *Vaucheria clavata*, allein sehr unvollkommen, und führt mehrere Unrichtigkeiten an, wie z. B., dass die Bewegung der Sporen (Chlorophyllkügelchen) aus der Tiefe der Schläuche nach der Spitze erfolge und das Anschwellen derselben bewirke; ferner dass die Bildung der Gemmen ausserhalb des Schlauches vor sich gehe u. a. m.; auch ist Meyen rücksichtlich der Seitenauswüchse, die schon Vaucher als eine Art von Gallen bezeichnete, mit mir in demselben Irrthume geblieben.

Erst im Jahre 1831 fand ich in Tirol wieder Gelegenheit, an einer der *Vaucheria clavata* zunächst verwandten Alge, der *Vaucheria caespitosa* meinen Fehler zu berichtigen. Ohne an derselben die Bildung von Fruchtkeulen wahrnehmen zu können, sah ich jedoch sehr häufig blasenförmige Anhängsel entstehen; und als ich auf diese meine Aufmerksamkeit richtete, erkannte ich (nunmehr im Besitze eines Plössl'schen Microscops) den mir früher räthselhaft gebliebenen rostbraunen beweglichen Flecken in denselben als ein Räderthierchen, das häufig noch mit Eiern, in denen die schon vollkommen ausgebildeten Embryonen

mit ihren rothen Augenpuncten leicht gesehen werden konnten, umgeben war. Ich theilte diese sonderbaren Excrescenzen sammt den Thieren Herrn Dr. W e r n e c k in Salzburg mit, der dieselben noch mit besseren Instrumenten untersuchte, und die davon gemachten Abbildungen und Beschreibung Herrn Ehrenberg überschickte. Dieser machte das Thier in den Abhandlungen der königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1833, p. 216 1835) unter dem Namen *Notomata Werneckii*, bekannt. Ganz richtig bemerkte hiebei Herr Ehrenberg, dass das Vorkommen dieses Thieres noch keinen Beweis seiner spontanen Entstehung in den Schläuchen der *Vaucheria* geben könne. Fast gleichzeitig (4. Juli 1833) machten auch die Herren. Dr. V a l e n t i n und W i m m e r (Uebersicht der Arbeiten und Veränderungen der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur im Jahre 1833. Breslau 1834) auf ein in einer nicht näher bestimmten *Vaucheria* wohnendes Thier aufmerksam, dessen anderwärts weiter gedacht werden sollte. Einige Monate darauf (4. October) zeigte Hr. W i m m e r in der Versammlung jenes Thier, welches in den Kapseln enthalten war, umgeben von mehreren rundlichen elliptischen kleinen Körpern, die unbezweifelt für Eier desselben gehalten wurden. Schon V a u c h e r kannte das Thier, und erklärte es für *Cyclops Lupula Müll.*

Noch in demselben Jahre machte Hr. W i m m e r auch die im September und October angestellten Beobachtungen über das Austreten der selbstbeweglichen Sporen aus einer *Vaucheria*, welche keine Auswüchse enthielt, ferner über das Keimen derselben u. s. w. in der siebenten Jahresversammlung der Gesellschaft bekannt, welche die bereits vorhandenen Facta nur bestätigten.

Hr. V a l e n t i n (l. c. und *Linnaea*, B. X. p. 122, 1834 und 1836) fügte noch einige Beobachtungen in Betreff der Achsendrehung der Sporen hinzu, namentlich dass dieselbe schon in dem geschlossenen Mutterschlauche zu bemerken sey. Ob aber

der Ausdruck: spiralige Drehung, die er den Sporen zuschreibt, bezeichnend, und ob überhaupt eine grössere Entfernung des Sporidiums von der Spitze des Schlauches vor dem Austreten, wie erzählt wird, möglich ist, bezweifle ich sehr.

Eine neue Beobachtung über das Rotiren der Confervensporen von Deson (Actes de la société helvet. des scienc. nat. assemblée a Fribourg, 25me session, Fribourg 1841, p. 190), wobei ohne Zweifel auch der in Rede stehenden Pflanze gedacht ist, habe ich leider nicht einsehen können.

Wenn es nun bis jetzt ausser Zweifel gesetzt war, dass in der Vaucheria zweierlei mit Bewegungsfähigkeit begabte Körper vorhanden sind, die oft gleichzeitig an einem und demselben Individuum vorkommen, zuweilen aber ganz gesondert erscheinen, und wenn auch von dem einen derselben der thierische Character und sein mehr zufälliges Verhältniss zur obgedachten Pflanze nachgewiesen wäre, so blieb doch immerhin noch über die Natur des andern, nämlich der beweglichen und proliferirenden Spore ein Zweifel übrig. Dessenungeachtet ging man ohne viel Bedenken über diese hinweg, um so mehr, weil man ein sicheres Criterium jeder thierischen Organisation theils im Vorhandensein einer Mundöffnung und eines Dauungskanales, theils in den Flimmerorganen gefunden zu haben glaubte. Die Beweglichkeit der Algensporidien und namentlich die der Vaucheria wurde für keine sehr absonderliche Erscheinung, am wenigsten für eine thierische gehalten. Link, Oken, Schlechtendal, Meyen, R. Brown, Valentin, Ehrenberg u. m. A. haben sich dafür ausgesprochen.

Namentlich sagt Oken (Isis 1829. Heft 2): „Man hält jetzt allgemein diese Erscheinung für einen Uebergang des Thierreiches in das Pflanzenreich und umgekehrt. Wir denken aber, dass organische Kügelchen, welche so schnell keimen, also offenbar Lebensbewegungen in sich haben, im Wasser nicht anders, als sich bewegen können, so lange sie mit demselben

gleiches Gewicht haben. Solche Kügelchen dürfen daher nicht wohl zum Thierreich gerechnet werden." Leider kennen wir aber viele solcher Kügelchen, welche eben so schnell, als die der Vaucherien keimen, und doch keine Bewegungen äussern. Auch Ehrenberg (Abhandl. der königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin, aus dem Jahre 1833. 3. Beitrag zur Kenntniss grosser Organisationen in der Richtung des kleinsten Raumes. Gelesen 1832, gedruckt 1834, p. 157) hält die Algensporidie nicht für thierisch belebt. Indem er von den unwillkürlichen Bewegungen spricht, fährt er in einer Note fort: »Zu diesen oft und immer wieder gemissbrauchten Bewegungsercheinungen gehört besonders das sich Krümmen, Winden und Drehen mehrerer Algensamen zur Zeit ihres Reifens und Hervortretens aus dem Fruchthälter, welches schon Buffon und Needham zu sehr folgenreichen Verirrungen verleitet hat, und welches noch immer fortfährt, die Verwirrung der Pflanzen- und Thierformen in dem microscopischen Kreise zu begünstigen. Möge nun das Eindringen des fremdartigen Wassers in den zur Zeit der Reife aufspringenden Fruchthälter oder der eigene Reifungsprocess die Bewegung der Samen bedingen, so sind sie, meinen vielfachen Betrachtungen zu Folge, doch ganz verschieden von den thierischen Bewegungen. Sie fehlen vor der Reife, sind am stärksten bei'm Hervortreten der Körner in das neue Medium, und nehmen sehr bald allmählig ab. In einem Uhrglase sieht man leicht, dass nach Verlauf einiger Stunden sich diese Samen zu Boden setzen und ruhig liegen. Nach Verlauf von sechs Stunden sah ich wiederholt, dass sich einige verlängert, und deutlich gekeimt hatten, also schon ganz in den Vegetationscharacter der Mutter übergegangen waren. In solchen Fällen ist nicht an eine Verwandlung von Infusorien in Vegetabilien, oder den Uebergang der Algen in Infusorien zu denken, sondern diese Samen sind immer Samen geblieben, und nie Infusorien geworden, so viel sie sich auch gedreht und bewegt

haben mögen. Ich habe oft versucht, bei Saprolegnien, die zum Theile sehr grosse so bewegte Samen enthalten, und durch eine vordere runde Oeffnung entleeren, diese scheinbaren Thiere zur Aufnahme gefärbter Nahrung zu bringen. Es gelang mir nie, obwohl ich mir unendliche Mühe im Variiren der Umstände gab. Die Bewegungen der Thiere haben den Zweck der willkürlichen Ortsbewegung, die Bewegungen der Algensamen u. s. w. haben nicht den Zweck der willkürlichen Ortsveränderung, sondern nur den der individuellen Drehung und Entwicklung bis zur gespannten Form. Diese haben, wie es deutlich scheint, den mehr durch Aeusseres (Reiz) bedingten pflanzlichen, jene den mehr durch Inneres (Willen) bedingten thierischen Character. Daseyn und Mangel von Mund und Darm unterscheiden kräftig beide Bildungen." Darauf entgegne ich nur, dass die Embryonen niederer Thiere sich gleichfalls nur drehend bewegen, dass ihnen überdiess auch noch Mundöffnung und Darm fehlt, und sie doch gewiss eben so gut Thiere sind als ganz entwickelte Organismen der Art.

Ein anderes Moment sucht Herr Valentin hervorzuheben, um der Algensporidie die thierische Wesenheit abzusprechen. Er äussert sich (Repertorium für Anatomie und Physiologie. Bd. 1. p. 33. 1837) an dem Orte, wo er des angeblichen Ueberganges zwischen Pflanzen- und Thierreich gedenkt, über die Natur der Bewegung, die Agardh jun. mit der Bewegung der Schwämme und Ascidien vergleicht, dahin, dass »dieser Vergleich durchaus unstatthaft sey, denn die letzte Art von Bewegungen würden durch das Flimmerphänomen bedingt, von dem im ganzen Pflanzenreiche durchaus keine Spur zu finden sey." Da die Bewegung dieser Sporen nach dem Gesetze der Spirale erfolge, so sey sie mit der spiraligen Zellensaftbewegung in eine gewisse Analogie zu bringen, ja selbst das spiralige Anwachsen der Elementartheile der Pflanzenachse sey nur als eine fixirte Bewegung der Art zu betrachten.

Auf solche Weise glaubt man nicht nur die Gränzen beider organischer Reiche unverrückt zu erhalten, und jedem Versuche, dieselben einzureissen, im Voraus zu begegnen, sondern zugleich eine mit dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft Schritt haltende Erklärung dieses seltsamen Factums zu geben. Wie weit alles Dieses Stich hält, mögen folgende über *Vaucheria clavata* neuerdings angestellte Beobachtungen und Versuche, die ich unter günstigeren Umständen und mit besseren Instrumenten auszuführen im Stande war, darthun.

III. Brief.

Veranlassung zur Untersuchung. Beschreibung der *Vaucheria*. Die ersten Lebenserscheinungen.

Ich machte am 17. März, einem heiteren Tage des etwas verspäteten Vorfrühlings des Jahres 1842 einen Spaziergang nach dem einsamen Thale, das sich zwischen den im Westen der Stadt Gratz befindlichen Bergreihen durch eine geraume Strecke hinzieht.

An der Stelle, wo vor mehreren Jahren der berühmte schwedische Algolog, C. A. Agardh, nunmehr Bischof von Warmeland, auf seiner Reise nach Italien, aus dem freundlich dahin rieselnden Bächlein das *Nostoc verrucosum* auffas, fielen mir auch diessmal wieder die saftgrünen Rasen der *Vaucheria clavata* auf, und ich konnte nicht umhin, auch von diesen eine kleine Parthie mit nach Hause zu nehmen.

Ein glücklicher Zufall wollte es, dass ich eben einige dringende Arbeiten beendet hatte, und mir von meinen übrigen Geschäften so viel Zeit übrig blieb, um diese Alge, die schon mehrmals der Gegenstand meiner Forschungen war, neuerdings einer strengen Untersuchung zu unterziehen. Theils forderte mich dieses räthselhafte Wesen selbst zu einer Prüfung meiner Ansichten über dasselbe auf, theils lud mich dazu eine eben von Plössl erhaltene Combination von Objectiv-Linsen, die kaum etwas zu wünschen übrig liess, ein.

Durch mehr als vier Wochen hatte ich mich ausschliesslich und mit nicht geringer Anstrengung meines Auges einzig und

allein der Erforschung der Lebenserscheinungen dieser Pflanzen gewidmet. Ein glücklicher Erfolg krönte meine darauf verwendete Zeit, und setzt mich in den Stand, Dir nicht nur eine Menge genauer und oft wiederholter Details vorzulegen, sondern brachte auch meine Ansicht über dieselbe zur völligen Klarheit. Bei dem Interesse, das Du für diesen Gegenstand von jeher hegtest, wirst Du mir in der Darstellung der Beobachtungen und Versuche um so lieber folgen, als eben nur eine umständliche Betrachtung aller Verhältnisse Aufklärung darüber zu verschaffen im Stande ist.

Ich beginne also mit der Beschreibung der Pflanze, und den zuerst zu beobachtenden Erscheinungen derselben.

Die *Vaucheria clavata* Agdh. erscheint, wie bereits angegeben, in polsterförmigen Rasen am Grunde von Bächen und Flüssen, deren Bette seicht und von rasch strömendem Wasser bedeckt wird. Viele Tausende schwer von einander zu trennende Individuen bilden einen solchen Polster, der dort, wo er an den Steinen und dergleichen aufsitzt, halb verfault ist, und nur am äussern Umfange fortgrünt. Im Winter und im ersten Frühjahre, wo das darüber fliessende Wasser kaum einige Grade über 0° R. hat, sind die Rasen noch klein und dünn, sie wachsen aber allmählig so an, und breiten sich dergestalt aus, dass sie an den Geröllen kaum mehr Platz finden, und sich theilweise von denselben trennen müssen. Fortwährende Zersetzung an der Unterseite macht ihren Zusammenhang mit der Unterlage immer lockerer, und endlich geschieht durch irgend einen Anstoss die Ablösung von derselben vollständig, und die freigewordenen Stücke werden nun vom Wasser fortgetragen.

Gewöhnlich tritt dieser Umstand schon Anfangs Mai, wo die Temperatur des Wassers auf 10° R. und darüber gestiegen ist, ein. Zu dieser Zeit findet man aber in der Nähe der alten Rasen auch kleine ganz junge Rasen der *Vaucheria*, die natürlich nur von jenen entstanden seyn konnten. Sucht man durch

vorsichtiges Lostrennen der in solchen Polstern vereinigten Einzelheiten ein Individuum so vollständig als möglich zu erhalten, so wird man finden, dass dasselbe aus einem mehr oder weniger langen ungegliederten und ungleich weiten Schlauche besteht, der sich besonders gegen die Spitze zu in unregelmässig gestellte Zweige theilt, Fig. 1. — Da diese Zweige von dem Hauptschlauche nicht durch Einschnürungen getrennt, sondern continuirlich in einander übergehen, also nur als Ausstülpungen des ursprünglichen Schlauches zu betrachten sind, so ist es begreiflich, dass das ganze Pflänzchen eigentlich nur aus einem einzigen, unten durch Zerstörung offenen Schlauche oder Zelle besteht.

Untersucht man denselben genauer, so unterscheidet man den Inhalt von der umgränzenden Membran sehr deutlich. Was diese betrifft, so ist sie in allen Perioden ihres Alters zart, weich, jedoch etwas zähe, vollkommen durchsichtig und homogen; nur die oft sehr zahlreich sie von Aussen bedeckenden parasitischen Confervaceen, Panzer-Infusorien und verschiedene anorganische Niederschläge aus dem Wasser können sie mehr oder weniger undurchsichtig machen. In verdünnten Mineralsäuren ist sie eben so wenig löslich als die vegetabilische Membran überhaupt, dagegen wirken concentrirte Säuren und Aetzkalkilauge zerstörend auf sie ein.

Der am meisten in die Augen fallende Inhalt dieser Schläuche besteht aus mehr oder weniger grün gefärbten Kügelchen, welche ziemlich nahe an einander gedrängt an der Innenwand sitzen, und sie hier gleichsam überziehen. Alcohol entzieht ihnen die grüne Farbe ganz, es bleiben dann farblose Kügelchen zurück, welche durch Aetzkalkilauge aufgelöst werden. Mit Jod in Berührung gebracht, wird ihre weisse Farbe braun, was dafür spricht, sie für Pflanzenschleim zu halten.

Eine andere grüne Alge, die *Conferva glomerata* Linn. (*Chantransia glomerata* Vauch.) zeigte in Bezug auf diese

grünen Kügelchen ganz dasselbe, und selbst das vom Alcohol ausgezogene Chlorophyll hatte anfänglich, wie bei *Vaucheria*, eine blaugrüne Farbe, nahm nach und nach an der Luft eine gelbgrüne, und endlich eine blasse weingelbe Farbe an. Nur konnte man bemerken, dass in den ältesten Gliedern dieser Alge sich aus den Schleimkügelchen bereits Amylum gebildet hatte, was auch bei anderen Algen vorkommt, und schon längst bekannt ist, aber in der *Vaucheria* vergebens gesucht wird.

Ausser den mit Chlorophyll überzogenen Schleimkügelchen findet sich Pflanzenschleim noch aufgelöset im Innern der Vaucherien, und erscheint bald ganz ungefärbt, bald in's Grünliche spielend; ausserdem werden aber weder Zellenkerne noch Krystallbildungen als Inhalt dieser Schläuche bemerklich.

Trägt man kleine Rasen oder Stücke derselben in Gläser über, so ist man bei niedriger Temperatur, die 8 bis 10° R. nicht übersteigen darf, im Stande, das Wachsthum, die Art und Weise der Entwicklung und die Fortpflanzung dieser Alge genau zu verfolgen, und eben diesen Weg schlug ich auch jetzt wieder ein, um mich über alle diese Punkte so vollständig als möglich zu instruiren.

Das erste, was man an solchen in Gläsern gehaltenen, vor Sonnenlichte und Wärme verwahrten Rasen immer bemerkt, ist das Entstehen neuer hellgrüner Sprossen, welche als einfache schlauchförmige Fortsätze sich senkrecht, und etwas gegen das Licht gekehrt erheben. An diesen neuen Schläuchen wird man anfänglich nicht den mindesten Unterschied von den früheren wahrnehmen. Die Spitzen derselben enden stumpf zugerundet, sind mit Chlorophyllkügelchen, so wie die übrigen bedeckt, und zeigen nur am äussersten Ende eine halbmondförmige ungefärbte Zone. Fig. 5.

Diese Veränderung ist oft schon über Nacht zu bemerken, sie schreitet aber allmählig fort, und innerhalb 48 Stunden verändert sich schon die ganze Scene. Die Spitzen der

Fortsätze fangen an, sich keilförmig zu erweitern, und dabei eine dunklere Färbung, d. i. ein intensiveres Grün zu erlangen. Es ist kein Zweifel, dass diese Erscheinung ein Vorbote der Fruchtbildung ist, die von hier an ununterbrochen vorwärts geht. Ich möchte sie das erste Stadium derselben nennen.

IV. Brief.

Bildung der Fruchtknoten, Veränderungen und Reife derselben.

Ich habe, wie Du Dich erinnern wirst, die Fruchtbildung der *Vaccaria caryophylli* in jenen Momenten verlassen, wo die keilförmig angeschwollenen Enden eine immer hellere Färbung annehmen. Die dunklere Färbung ist zuerst gleichförmig über die ganze Fruchtknoten vertheilt, später nimmt sie am Grunde mehr zu, und erlangt ihr Maximum erst in der Zeit der Trennung des Sporidiums von der Mutterpflanze. Vor dem letzten Momente sieht man nicht selten selbst am dunkeln Grunde eine lichtere Stelle, welche indess nicht lange anhält, und bald von dem alltesten Dunkelgrün überdeckt wird, nach welchem Stadium die Fortrennung des Sporidiums nicht lange mehr zögert. Ueberhaupt geht die ganze Fruchtbildung sehr rasch von Statten, und dauert in der Regel nicht über einen halben Tag. Ich habe mehrere Schlauchspitzen von dem ersten Beginnen der dunkeln Färbung bis zum Ausstreifen des Sporidiums ununterbrochen verfolgt, und meist nicht so lange warten dürfen. Bei der Mehrzahl ist, nach vielfältigen Beobachtungen, die mittlere Zeit auf 12 Stunden zu setzen. Die Ermittlung derselben ist nicht schwer, aber sie erfordert Geduld. Deutlich ist dabei wahrzunehmen, dass sowohl die grössere oder geringere Vegetationskraft der Pflanze, die Lage und der Lichteinfluss u. s. w. auf den schnellen oder langsameren Gang der Ausbildung der Fruchtknoten Einfluss nimmt.

Fortsätze fangen an, sich keilförmig zu erweitern, und dabei eine dunklere Färbung, d. i. ein intensiveres Grün zu erlangen. Es ist kein Zweifel, dass diese Erscheinung ein Vorboten der Fruchtbildung ist, die von hier an ununterbrochen vorwärts geht. Ich möchte sie das erste Stadium derselben nennen.

IV. B r i e f.

Bildung der Fruchtkeulen, Veränderungen und Reifen derselben.

Ich habe, wie Du Dich erinnern wirst, die Fruchtbildung der *Vaucheria clavata* in jenem Momente verlassen, wo die keulenförmig angeschwollenen Enden eine immer sattere Färbung annahmen. Die dunklere Färbung ist zuerst gleichförmig über die ganze Fruchtkeule verbreitet, später nimmt sie am Grunde mehr zu, und erlangt ihr Maximum erst in der Zeit der Trennung des Sporidiums von der Mutterpflanze. Vor dem letzten Momente sieht man nicht selten selbst am dunkeln Grunde eine lichtere Stelle, welche indess nicht lange anhält, und bald von dem sattesten Dunkelgrün überdeckt wird, nach welchem Stadium die Lostrennung des Sporidiums nicht lange mehr zögert.

Ueberhaupt geht die ganze Fruchtbildung sehr rasch von Statten, und dauert in der Regel nicht über einen halben Tag. Ich habe mehrere Schlauchspitzen von dem ersten Beginnen der dunkeln Färbung bis zum Austreten des Sporidiums ununterbrochen verfolgt, und meist nicht so lange warten dürfen. Bei der Mehrzahl ist, nach vielfältigen Beobachtungen, die mittlere Zeit auf 12 Stunden zu setzen. Die Ermittlung derselben ist nicht schwer, aber sie erfordert Geduld. Deutlich ist dabei wahrzunehmen, dass sowohl die grössere oder geringere Vegetationskraft der Pflanze, die Lage und der Lichteinfluss u. s. w. auf den schnelleren oder langsameren Gang der Ausbildung der Fruchtkeulen Einfluss nimmt.

Diess sind nun so die auffallendsten Erscheinungen; verfolgt man aber die Sache etwas genauer, so findet man, dass, sobald durch die Querwandbildung ein Stück der Spitze von dem übrigen Schlauche getrennt ist, eine namhafte Verlängerung nicht mehr Statt hat, und die ganze weitere Ausbildung nur mehr ein Anschwellen in Keulenform ist. Fig. 6.

Während in dem unteren oder in dem von der Spitze abgeschnittenen Theile der Pflanze keine weiteren Veränderungen vor sich gehen, wird der obere Theil des Schlauches der Brennpunkt ganz eigenartiger Vorgänge, welche sich vorerst nur auf die Bildung eines neuen Körpers beschränken, diesen aber endlich mit solchen Eigenschaften versehen, die ihn der naturhistorischen Bedeutung nach als wesentlich verschieden von dem Mutterorganismus erkennen lassen.

Anfänglich ist in dem Schlauchende eben so wie in dem Stücke unter der Querwand ein ziemlich consistenter Zellsaft vorherrschend, welcher seiner chemischen Beschaffenheit nach vorzüglich Pflanzenschleim enthält, überdiess aber von einer durch starke Vergrösserungen wohl bemerkbaren feinkörnigen Substanz, wahrscheinlich von derselben Natur, durchdrungen ist. Nebstdem finden sich noch grössere, mehr oder weniger regelmässige Kügelchen mit Chlorophyll überzogen, zahlreich an der Innenwand des Schlauches anliegend. Nach Entfernung des grünen Ueberzuges durch Alcohol bleiben diese Kügelchen farblos zurück, und werden durch Jod braungelb gefärbt, sind also nicht Amylumkörner, sondern wahrscheinlich gleichfalls Pflanzenschleim. Die stufenweise abnehmende Grösse dieser letzteren, womit zugleich ein Blässerwerden und minder scharfe Contouren in Verbindung stehen, lassen vermuthen, dass sie nur grössere Massen jener Körnersubstanz, und wie diese aus dem Schleime hervorgegangen sind.

Aus diesem Materiale, welches selbst nach der Theilung in beiden Stücken des Schlauches vorhanden ist, bildet sich nach

und nach die keulenförmige Figur des Endes, und die aus derselben entstehende Sporidie hervor.

Der erste Act der Ausbildung dieser letzteren besteht, so weit diess der Beobachtung überhaupt zugänglich ist, ausser der successiven Veränderung der Form, in einer stärkeren Condensirung des schleimigen Zellinhaltes, so wie in einer Vermehrung von Chlorophyllkügelchen, wodurch eben die dunklere Farbe entsteht. Die wichtigste Rolle spielt hier offenbar der Schleim, der vielleicht mannigfaltige, noch nicht bekannte Veränderungen durchlaufend, sich endlich in die Sporenhaut umwandelt. Diese scheint gleich anfänglich nicht etwa einem Niederschlage oder einer secundären Zellschichte auf die Innenwand des Mittelschlauches zu vergleichen, sondern schon ursprünglich von diesem getrennt zu sein, und zugleich eine von diesem völlig verschiedene Organisation zu besitzen.

Die grosse Durchsichtigkeit des Mutterschlauches liesse es allerdings zu, alle und selbst die unmerklichsten Veränderungen wahrzunehmen, doch wird diess durch die stärkere Anhäufung von Chlorophyll, und die Ausbildung der von demselben eingeschlossenen Kügelchen nach und nach so verhindert, dass man nur an der Spitze, die mit der Zeit immer heller und durchsichtiger wird, die wichtigsten Organisations-Veränderungen wahrzunehmen im Stande ist. Mit Sicherheit lässt sich daher immer sagen, dass der körnige Inhalt des Schleimes stets zunimmt, und mit demselben sich zugleich ein Organisations-Bestreben dahin äussert, dass er, so wie die Peripherie zu einer Haut sich verdichtet, auch im Innern zu halb organisirten Blasenräumen gerinnt, welche sich meist berührend, weder an Zahl, Form noch Grösse gleichbleiben, sondern einer steten Veränderung unterworfen sind.

So naht allmählig die Reife des Sporidiums.

Aus diesem Material, welches selbst nach der Theilung in beiden Stücken des Schlauches vorhanden ist, bildet sich nach

V. B r i e f.

Entblindungsvorgang der Sporidien aus dem Fruchtschlauche.

Wenn Du mir bisher gefolgt bist, so kannst Du unmöglich Deine Erwartungen so hoch gespannt haben, dass nicht dennoch das, was ich dir weiter erzählen werde, selbst den kühnsten Flug der Phantasie überflügelte. Ja, es ist wirklich ein Wunder, eine so von den allgemeinen Gesetzen abweichende Erscheinung, dass man vermuthen könnte, die Natur habe sich hier eher eine poëtische Freiheit erlaubt, als einmal den Schleier zurückgezogen von einem Vorgange, den sie vielleicht täglich und stündlich Millionenmal nur mit leichtem Modus übt und noch übt.

Tief und ernst ist die Bedeutung der Zeugung in allen ihren einzelnen Schritten, aber wahrhaft wundervoll darf man sie dann nennen, wenn das Erzeugte anders als der Erzeuger, kurz wenn die Naturen beider verschieden sind, wie das eben im vorliegenden Falle ersichtlich ist.

Dass in jenem Vorgange, den wir Krankheit nennen, der Organismus zur Erzeugung der einfachsten heterogenen Formen herunter sinkt, ist als eine erwiesene Sache zu betrachten. Was würdest Du aber dazu sagen, wenn hier gerade der Fall umgekehrt wäre, wenn, statt wie in der Krankheit des Thieres, der Organismus sich in der Production niederer Wesen erschöpft, der pflänzliche Organismus sich hier zur Idee des Thieres erhebt. Lass uns jedoch nicht in Speculationen ergehen, wo Thatsachen sprechen sollen und können.

Hat man die so ausgebildeten Fruchtkeulen, wie ich sie Dir in meinem letzten Briefe ausführlich schilderte, einige Zeit lang fortwährend im Auge behalten, so müssen die raschen Veränderungen, die man an denselben sehr deutlich wahrzunehmen im Stande ist, die Aufmerksamkeit des Beobachters im hohen Grade fesseln. Ich kann dir diese Veränderungen, so auffallend sie auch sind, kaum richtig beschreiben, und obwohl es sich dem Anscheine nach um nichts mehr als um die Entstehung einer lichtereren, farblosen Zone innerhalb den Grenzen der Fruchtkeulen, und um eine von Augenblick zu Augenblick zunehmende, sonderbare Vertheilung der grünen Färbung handelt, so geht diess doch so rasch, und ich möchte sagen, so magisch vor sich, dass ein geübter Beobachter der Erscheinungen des Pflanzenlebens hier mehr als eine gewöhnliche Ausbildung eines Sporidiums vermuthen wird.

Fasst man die Grenzen der Fruchtkeulen noch einmal scharf in's Auge, so bemerkt man jetzt nicht nur an der Spitze derselben, sondern fast gleichmässig an der ganzen Peripherie eine namhafte lichte Einfassung oder Zone entstehen, die offenbar einen Theil der Wand der innerhalb des Fruchtschlauches entstehenden Sporidie darstellt, Fig. 7. Diese Wand erscheint im Verhältnisse zur Membran des Fruchtschlauches dick, aber zugleich von sehr lockerer Consistenz, und sowohl dadurch, als durch die schleimigkörnige Textur, die man bei sehr starken Vergrösserungen wahrnimmt, lässt sich entnehmen, dass dieselbe von der Zellhaut der Pflanzen sehr verschieden ist.

Mit der Ausbildung dieser Sporenhaut, die übrigens so durchsichtig wie Glas ist, geht die Verfärbung im Innern der von derselben eingeschlossenen Höhle gleichen Schrittes vorwärts. Das auffallendste Phänomen hierbei ist das immer zunehmende Lichterwerden in der oberen Hälfte der Fruchtkeule und beziehungsweise des in demselben eingeschlossenen Sporidiums, so wie das stete Dunklerwerden der unteren Hälfte, das bis zum

dunkelsten Grün fortschreitet, und dann um so schärfer von der übrigen sich gleichbleibenden Farbe des Schlauches absticht. Die Ursache dieser Farbenveränderung ist eines Theils in einer Ausdehnung des vorderen Theiles der Sporenmembran, wodurch die an ihrer Innenseite locker anliegenden Chlorophyllkugeln auf eine grössere Fläche vertheilt werden, andererseits aber auch ohne Zweifel einer Vermehrung und Anhäufung eben dieser Chlorophyllkugeln in der hinteren Hälfte beizumessen. Beide Umstände, besonders aber der letztere, der sehr in die Augen fällt, und bei einiger Aufmerksamkeit nicht leicht übersehen werden kann, ist so eigenartig, dass ich mich nicht erinnere, etwas Aehnliches jemals bei mikroskopischer Untersuchung von Pflanzen gefunden zu haben.

Du wirst es begreiflich finden, dass durch Alles diess die Aufmerksamkeit die höchste Spannung erreicht, und man von Augenblick zu Augenblick die Hebung des Vorhanges von einem, dem Detail nach, immerhin noch sehr verborgenen Acte des Lebens, mit wahrer Begierde erwartet.

Lächle nicht, wenn ich Dir sage, dass ich im Momente der Enthüllung dieses Isisbildes, die ich meinen früheren Erfahrungen zufolge schon erwartete, dennoch zusammenfuhr wie ein Kind, wie ein Kind sage ich, das mit offenen Augen und Munde dasteht vor einem Ereignisse, das ihm noch niemals begegnet. Ich erinnere mich zwar einer ähnlichen Erschütterung meiner Nerven, als ich einmal den mir früher nur dem Namen und dem Bilde nach bekannten *Pilobolus arglos* mit der Loupe betrachtend, von der plötzlich ausgeschleuderten Sporenkugel in's Gesicht getroffen wurde, doch ist diese Erscheinung ganz anderer Art, und mit dieser lebendigen Enthüllung gar nicht zu vergleichen.

Mit einem Worte, es springt an der Spitze des Fruchtkolbens mit Blitzesschnelle der Schlauch auf, die Lappen des Risses legen sich zurück, und aus der engen Oeffnung zwengt sich die

Sporidie heraus. Fig. 8. Kaum traut man seinen Augen, wenn man hierbei sieht, wie anfänglich nur ein kleines Segment der Sporidie zur Kugelform zusammen geschnürt, nach und nach ein immer grösserer Theil, und endlich die ganze offenbar selbstständig herausgetretende, nicht etwa durch Endosmose herausgepresste Sporidie die enge Hülle verlässt, und in freudiger rascher Bewegung sich im Wasser erhebt, und nach verschiedenen Richtungen ähnlich einem Infusorium herumkreiset. Dieser Entbindungsact der sich selbstständig bewegenden Sporidie oder des Keimes unserer Pflanze ist so interessant und wichtig, dass Du es mir schon zu Gute halten wirst, wenn ich denselben etwas umständlicher beschreibe.

Schon einige Zeit vor dem Acte der Lostrennung bemerkt man ein so bedeutendes Anschwellen der im Schlauche enthaltenen Sporidie, dass die Querwand, wie es scheint, ausgedehnt, und halb kugelförmig nach abwärts gedrückt wird, wobei jede Spur derselben zu verschwinden scheint. Gleichzeitig mit dieser Ausdehnung und Spannung der Querwand geht eine Verdünnung der Spitze des Schlauches in einer bestimmten Umgrenzung vor sich, die bei der fortdauernden Ausbildung und Vergrößerung des eingeschlossenen Sporidiums nothwendig ein Aufplatzen derselben an der schwächsten Stelle zur Folge haben muss. Verfolgt man nun von diesem Momente, der so rasch vorübergeht, dass man ihn bei nicht gar zu angestrenzter, auf die Spitze der Fruchtkuile gerichteter Aufmerksamkeit nur zu oft übersieht, das Heraustreten der Sporidie mit einiger Umsicht, so zeigen sich folgende sehr auffallende Erscheinungen. Es ist begreiflich, dass in dem Maasse, als sich der vordere Theil des Sporidiums aus der kleinen runden Oeffnung herausdrängt, der hintere Theil sich erhebt, und weiter aufwärts in den Sporenschlauch gelangt, allein es ist höchst sonderbar, dass die vordem hinabgedrückte Querwand sich nach aufwärts stülpt, und schon darum, aber noch viel weniger durch die Grenzen ihrer

Ausdehnung dazu beitragen kann, dass die Sporidie nach Aus-
sen geschoben wird. Die Entbindungsbewegung der Sporidie
ist also durchaus nicht passiv, sondern vollkommen selbststän-
dig, und kann weder dem sie einschliessenden starren Schlauch
der Keule (*Coniocysta*) noch dem Nachschieben des Con-
tentums vom unteren Theile der Alge, noch irgend einer ande-
ren äusseren Ursache zugeschrieben werden.

Der bereits hinausgetretene Theil des Sporidiums ist wäh-
rend dem ganzen Endbindungsacte stets durch eine Einschnü-
rung wegen der sich gleichbleibenden Enge der Oeffnung von
dem anderen Theile getrennt, daher denn die austretende Spori-
die unter der Form zweier unter einander verbundener kugelför-
miger Körper erscheint, wovon der obere in dem Maasse zu-
nimmt, als der noch eingeschlossene abnimmt. Beiläufig mit
der Entwicklung des ersten Drittheiles, bemerkt man statt dem
früheren langsamen Hervorschieben auf einmal ein Drehen der
ganzen Sporidie um ihre Achse, was besonders an dem freien
Theile einen starken Wasserwirbel hervorbringt, den man um
so leichter und schöner wahrnimmt, wenn man das Wasser
durch irgend einen sehr fein zertheilten indifferenten Farbstoff
tingirt. Mit Heftigkeit werden z. B. die Kügelchen des Pigments
der Choroidea, des Indigo u. s. w. herumgeschleudert, so dass
man nun wohl sieht, man habe etwas anderes als eine gewöhnli-
che reife Sporidie irgend einer Alge vor sich.

Dass diese drehenden Bewegungen, die gleichmässig und
ununterbrochen von Statten gehen, auf die raschere Befreiung
von der Hülle von Einfluss sind, versteht sich von selbst, eben
so, dass dieselben auch nach der Trennung der Sporidie in der-
selben Art Statt haben, und wenigstens zum Theile die fort-
schreitenden Bewegungen derselben unterstützen. Vor dem
letzten Momente der Trennung, wo der hinterste dunkle Theil
zum Einschneiden kommt, sieht man ganz deutlich in den sonst
bewegungslosen grünen Saftkügelchen eine lebhafte, obgleich

passive Bewegung, wodurch diese immer mehr und mehr in den bereits freien Theil übertreten, was deutlich beweiset, und meine frühere Angabe bestätigt, dass der dunkleren Färbung dieses Theiles nichts anders, als eine grössere Anhäufung dieser Farbekügelchen zum Grunde liege, die hier eben sowohl oberflächlich vorhanden sind, als vorzugsweise den ganzen inneren Raum erfüllen.

Dieser ganze Geburtsact, den ich mehrmals unter verschiedenen Umständen beobachtete, dauert in der Regel zwei Minuten. Bei grösserer oder kleinerer Oeffnung der Schlauchspitze, und bei mehreren anderen minder wichtigen Nebenumständen kann derselbe bis zu einer Minute beschleuniget, anderseits aber auch auf $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Minuten verzögert werden. Mangel oder geringere Menge an umgebender Flüssigkeit beschleuniget den Geburtsact, auch, was höchst sonderbar ist, mechanische Reize, besonders wenn sie an der Spitze der Fruchtkuule angebracht werden. Einmal sah ich, dass schon durch den Kitzel, den die Cilien des *Chilodon Cucullulus* bei'm Darüberschreiten erregten, das Aufplatzen der Fruchthülle bewirkt wurde. Der Reiz konnte in letzterem Falle wohl sehr leicht durch die äusserst dünne Schlauchhaut auf die empfindliche Sporigie fortgepflanzt werden. Geht das Austreten wegen Kleinheit der Oeffnung oder wegen anderer Umstände nur langsam von statten, so bemerkt man, nachdem der grösste Theil frei ist, denselben Seitenbewegungen machen, gleichsam als wollte er sich helfen, die Geburt beschleunigen und vollenden.

Unter ungünstigen Umständen, die ich noch nicht alle kenne, wovon aber einer eine allzugrosse Enge der Oeffnung ist, bleibt die Geburt des Sporidiums unvollendet, die rotirende Bewegung hört auf, und ein bald grösserer, bald kleinerer Theil bleibt in der Fruchtkuule eingeklemmt zurück. Uebrigens bemerke ich, dass selbst an abgeschnittenen Theilen, die mit rei-

fen Fruchtkeulen versehen sind, die Art und Weise der Entbindung keine auffallende Veränderung erleidet.

Ich habe viele Mühe darauf verwendet, um zu sehen, ob nicht schon in jener Zeit, als das Sporidium im Fruchtschlauche eingeschlossen ist, Bewegungen und zwar regelmässig rotirende Statt finden, konnte mich jedoch davon nicht vollkommen überzeugen, obgleich für eine langsame Bewegung die früher erwähnte Veränderlichkeit der blasenförmigen lichten Stellen im Innern zu sprechen scheinen, doch hätten immerhin die oberflächlich gelegenen Chlorophyllkörner dabei auch eine Ortsveränderung erleiden müssen, was ich jedoch nicht wahrnahm.

Dagegen waren Contractionen des Sporidiums und ein auf angebrachten Reiz erfolgendes Zurückziehen desselben von der Spitze nicht schwer zu beobachten. Was namentlich dieser letztere Umstand mich noch in einer anderen Beziehung lehrte, werde ich Dir später berichten.

Nur so viel für diessmal noch, dass die Bewegungen der sich entbindenden Sporidie durchaus ohne Ausnahme nach links Statt finden, ganz so, wie dieselben auch in der freien Bewegung erfolgen, wovon noch ausführlicher die Rede seyn wird. Endlich noch das Auffallende, dass die meisten Entbindungen der *Vaucheria* zwischen 8 und 9 Uhr Morgens Statt finden. Den Zusammenhang dieser Thatsache mit den Wirkungen des Lichtes will ich zum Gegenstande einer besonderen Mittheilung machen.

VI. B r i e f.

Organisation und Lebenserscheinungen der Sporidien. Bewegungen.

Höre nun weiter, ich will den Faden der Erzählung ohne Unterbrechung fortführen.

Sobald das Sporidium sich auf solche Weise frei gemacht, und den engen Mutterschlauch verlassen hat, erhebt es sich in mehr oder minder raschen Bewegungen, wobei anfänglich unbedeutende Schwankungen Statt finden, im Wasser fortwährend, wenn gleich mit mannigfaltigen Unterbrechungen nach aufwärts, bis es die Oberfläche desselben erreicht hat. Dabei geht stets das lichtere Ende voraus, so dass sich dieses immer als Vordertheil, das dunkle hingegen als Hintertheil zu erkennen gibt. Dieses hat wegen der zuletzt erlittenen Compression bei'm Geburtsacte anfänglich noch eine verschmälerte Gestalt, die sich aber bald erweitert, und mit dem vorderen Segmente in's Ebenmass setzt. Mit einem Worte, die birnförmige Gestalt des erstgebornen Sporidiums geht nach und nach, so wie die Wirkungen des Druckes sich verlieren, in die ellipsoidische Gestalt über, welche die Sporidien auch bis zum Aufhören ihrer Bewegungen beibehält. Die Bewegungen der Sporidien im Wasser sind indess so mannigfaltig, und zugleich den Bewegungen mancher Infusorien so ähnlich, dass ich nicht umhin kann, Dich noch einen Augenblick damit zu unterhalten.

Schon unmittelbar nach dem Geburtsacte treten diessfalls mancherlei Erscheinungen ein. Während einige Sporidien mit

dem Momente des Losreissens, sich lustig drehend in die Höhe heben, die Wasserfläche erreichen, umkehren, und fast eben so rasch wieder nach abwärts fahren, äussern andere anfänglich nur unbedeutende Schwankungen, wobei sie von der Ebene, welche der Fruchtschlauch im Wasser einnimmt, sich nur wenig entfernen. Plötzlich aber erheben sie sich rasch, und durchziehen oft eine Wasserschicht von 2 Zoll Höhe in weniger als drei Minuten, so dass sie also in Zeit von fünf Minuten schon die Oberfläche des Wassers erreicht haben. Höchst auffallend ist, wie sie bei diesen Bewegungen sorgfältig alle Hindernisse vermeiden, wie geschickt sie durch das Gewirre der Sprossen der *Vaucheria* ziehen, und sich gegenseitig bei Begegnungen ausweichen, daher auch nie ein An- oder Zusammenstossen Statt findet.

Diese Beobachtungen machte ich in 6 Zoll langen fingersdicken, sehr dünnwandigen Glasgefässen, in welche ich kleinere Stücke der *Vaucheria* einige Zoll tief eintauchte, und meist nur wenige Tage zu warten brauchte, bis die neu entstandenen freudig grünen Sprossen an ihren Enden die obbeschriebenen Fruchtkeulen bildeten, aus denen sich dann jene beweglichen Sporidien entwickelten.

Diese Gläser befestigte ich an einem nach Norden gelegenen Fenster, so dass ich Alles bequem mit der Loupe betrachten konnte, ohne sie dabei im geringsten zu bewegen.

Ich muss gestehen, dass diese Entbindungsvorgänge, welche nach einander in einer Stunde oft zu Dutzenden Statt fanden, dass die mannigfaltigen Bewegungen, das Auf- und Absteigen, das Wälzen, Hin- und Herschwanken, das Ruhen und Wiederanheben der Bewegungen so vieler kleiner dem freien Auge freilich nur wie Pünctchen erscheinender Wesen, ein Schauspiel ist, das mich nicht nur in stummes Erstaunen, sondern in ein begeistertes Entzücken versetzte. Oft rief ich die mir zunächst stehenden Personen herbei, damit sie sich auch von diesem,

ihnen freilich weniger als mir erscheinenden Wunder, überzeugten. Herr Dr. Sentner, den seine Reise nach Dalmatien eben zu jener Zeit bei mir vorüberführte, hatte sich auch von mehreren, und zwar von den hauptsächlichsten Bewegungerscheinungen dieser Wesen überzeugt.

Ich habe in meiner ersten Abhandlung über *Vaucheria* angegeben, dass die rotirende Bewegung der Sporen bald nach links, bald nach rechts vor sich gehe. Da hierin Täuschungen sehr leicht möglich sind, um so mehr, als die Bewegungen äusserst rasch erfolgen, und das Instrument, das ich anwendete, kein scharfes Bild zu geben im Stande war, so unterliess ich es nicht, auf diesen Punct mehrmals mein Augenmerk zu richten.

Alle Ortsbewegungen der Sporidien sind mit einer rotirenden Bewegung um die lange Axe derselben begleitet, ja wenn jene aufhören, und die Sporidie zu ruhen scheint, dreht sich dieselbe dennoch, so lange überhaupt die Bewegungsfähigkeit dauert, stets um diese Axe. Diese Bewegung ist zwar bald langsamer, bald schneller, allein sie findet nach einer zahlreichen Menge von Beobachtungen stets und unabänderlich nach einer Seite hin Statt. Diese Beobachtungen machte ich theils mit der Loupe, indem ich in den erwähnten Cylindergläsern, die den Schläuchen entschlüpften Sporen vom Anfange bis zum Ende ihres thierischen Lebens verfolgte, und ihnen dabei nach allen Richtungen folgte, theils mit dem einfachen, so wie mit dem zusammengesetzten Mikroskope, wobei ich dieselben freilich von ihrem natürlichen Standorte entfernen, und auf den Objectschieber bringen musste. Erstere liessen mich freilich die Richtung der Drehung mehr ahnen als erkennen, dagegen zeigten letztere sowohl bei schwächeren als bei stärkeren Vergrößerungen dieselben mit einer Deutlichkeit, die keinen Zweifel mehr aufkommen lässt. Indess muss man sich auch hier in Acht nehmen, dass man die Bewegung, welche an der dem Beob-

achter zugekehrten Seite vor sich geht, nicht mit jener der entgegengesetzten Hälfte, die natürlich gerade in entgegengesetzter Richtung Statt finden muss, verwechselt, was bei schwächeren Vergrösserungen und bei Niveau-Veränderungen leicht geschehen kann. Um vollkommen meiner Sache gewiss zu seyn, und gleichsam als Probe der auf verschiedenen Wegen gewonnenen Resultate sperrte ich dergleichen Sporen in so enge Haarröhrchen, dass die kurze Axe oder ihr Querdurchmesser ungefähr so viel betrug, als die Grösse des Lumens der Röhrchen. Es konnte sich in diesem engen Raume die Sporidie zwar vor und rückwärts bewegen, und sich drehen, aber sich weder heben noch senken. Unter solchen Umständen beobachtete ich in horizontalen Haarröhrchen die Bewegungen mehrerer Sporidien über zwei Stunden, d. i. vom Anfange bis zum Ende der Bewegungen, und sah sie rücksichtlich der Drehung immer nur eine Richtung beibehalten. Denkt man sich in die Längensaxe dieser ellipsoidischen Sporen mit dem Kopfe nach der lichtereren Hälfte gekehrt, so erfolgen die Umdrehungen von links nach rechts, und sind also Rechtsdrehungen, was mit den Umdrehungen unseres Erdkörpers nicht übereinstimmt, welche von rechts nach links, d. i. von W. nach O. erfolgen. Es ist natürlich, dass man durch das Compositum, welches alle Gegenstände um einen Winkel von 180° verkehrt darstellt, nichts desto weniger die Richtung der Drehung eben so nach rechts vorgehen sieht.

Ganz vorzüglich lenkte ich aber meine Aufmerksamkeit darauf, auf welche Weise überhaupt sowohl die drehenden als die locomotorischen Bewegungen bewirkt werden.

Ein Körper, wie dieser, der bei nur einiger Massen starker Vergrösserung schon einen bedeutenden Umfang zeigte, liess mich erwarten, um so eher der wahren Ursache derselben auf die Spur zu kommen, als ich in der Ueberzeugung lebte, dass einer so auffallenden Wirkung allerdings auch eine wie

immer in die Sinne springende Ursache zum Grunde liegen müsse. Es galt also nur, dieselbe wo möglich anschaulich zu machen. Bedeutende Vergrößerungen, die lichtstark und hinlänglich scharf waren, wobei die Sporidie eine scheinbare Länge von 2 bis 4 Zoll erreichte, waren ungeachtet der grossen Deutlichkeit des Gegenstandes dennoch nicht hinreichend, um über den fraglichen Punct Aufschluss zu ertheilen. Die raschen Bewegungen entfernten die Sporidie nur zu schnell immer von den Augen des Beobachters, doch konnte man immerhin so viel entnehmen, dass bedeutende Contractionen der Oberfläche des Körpers diese Bewegungen nicht hervorbrachten. Ich suchte jetzt vorzüglich schwächere Individuen und solche, die ihrem Tode, d. i. dem Aufhören der Bewegungen nahe waren, was sich durch Veränderungen der Form, wovon ich später noch Mittheilungen machen werde, durch theilweises Einstellen der fortschreitenden Bewegungen u. s. w. zu erkennen gab. Hier bemerkte ich allerdings, dass fortwährend kleine, aber ununterbrochen erfolgende, wellenförmig fortschreitende, und abwechselnde Contractionen und Expansionen der farblosen Körperoberfläche Statt finden, und glaubte auf den ersten Wurf den wahren Grund der Bewegungen gefunden zu haben.

Die Folgerungen, die sich mir jedoch weiter daraus aufdrangen, noch mehr aber die Berücksichtigung, dass mit diesen sichtlich unbedeutenden Veränderungen der Körperoberfläche, die raschen und kräftigen Bewegungen der Sporidien durchaus in keinem Verhältnisse ständen, machten mich bald gegen meine vorgefasste Ansicht misstrauisch; ja sie bestärkten mich vielmehr in der Meinung, dass die Ursache der Bewegung in etwas ganz Anderem zu suchen sei.

Ich gab nun sehr fein zertheilte indifferente Farbestoffe zu dem Tropfen Wasser, in welchem sich die bewegten Sporidien befanden, und brachte ihn unter das Mikroskop. Die wirbelnde Bewegung, in welcher diese kleinen Farbethelchen

nach bestimmten Richtungen herumgeschleudert wurden, trat eben so auffallend, als wunderbar hervor, und liess eine ungemein grosse Verwandtschaft mit ähnlichen Erscheinungen, wie sie die meisten Infusorien darbieten, nicht verkennen. Bei stärkerer Trübung des Wassers durch eine grössere Menge von Farbetheilchen und durch Anwendung starker Vergrösserungen (300—500 lin.) fiel es mir erst auf, dass die Farbetheilchen die Oberfläche der Sporidien durchaus nicht berührten, ja ich bemerkte jetzt auch, dass die locomotorischen so wie die rotatorischen Bewegungen schon lange aufgehört haben können, ohne dass das Wasser und die in ihm suspendirten Theilchen zur Ruhe kommen. Zugleich kam es mir vor, als würden von einer freilich nicht sichtbaren Zone um die Sporidie die dahin gelangenden Farbetheilchen weggeschleudert, und in einigen Momenten glaubte ich selbst eine etwas geisterhafte Bewegung an dieser Stelle wahrzunehmen. Dieses Gespenst, dachte ich mir, wirst du doch zu bannen im Stande seyn, und griff nach einem Fläschchen mit wässriger Jod-Auflösung. Kaum hatte ich etwas Weniges davon auf mein Object gebracht, so hörte die Bewegung auf, und das Gespenst, das mich so lange neckte, war ertappt: es waren — was denkst Du wohl, lieber Freund? — es waren nichts Anderes, als eine unzählige Menge feiner Wimpern, die in den ersten Augenblicken nach der Berührung mit dem Gifte noch einige schwache Pendelbewegungen und Krümmungen versuchten, und dann für immer bewegungslos stille standen.

«Also Cilien an der Oberfläche des Körpers der schwimmenden Sporen von *Vaucheria clavata*, und Flimmerbewegung derselben die Ursache der Bewegungen dieser Körper?!» so höre ich Dich verwundert ausrufen. »Welche seltsame Vereinigung thierischer Organe mit dem Grundgebilde — mit der Zelle — einer Pflanze!»

VII. B r i e f.

Rückblick auf den eigentlichen Entwicklungsvorgang der Sporidien. Ursache der Bewegungen.

Ja, allerdings wunderbar, und bisher noch nirgend in dem weiten, unabsehbaren Kreise pflanzlicher Schöpfungen wahrgenommen! Darum lass mich die Sache noch etwas weiter verfolgen, vielleicht gelingt es mir, den wahren Zusammenhang der Einzelheiten an unserer lebenskräftigen Sporidie, die ich nun kaum mehr mit dem simplen Namen eines Pflanzenkeimes zu bezeichnen wage, und darin wohl eine höhere Natur ahnen möchte, zu erforschen. Doch erst zu ihrer Organisation, — die Bedeutung wird sich dann leicht ergeben!

Was jene betrifft, so kann die sich frei bewegende Spore wohl kaum wesentlich verschieden seyn von der Spore, wie sie noch in dem Mutterschlauche eingeschlossen ist. Sowohl die Gestalt, als die Färbung, und selbst die innere Einrichtung scheint in beiden Lebenszuständen dieselbe zu seyn. Nur die Cilien, womit die freie Spore ihre Bewegungen ausführt, könnten vielleicht der eingeschlossenen noch mangeln, doch müssen sie jedenfalls beim Austritte schon ausgebildet seyn, da das selbstständige Herausschlüpfen, die bei diesem Acte vorkommenden Axendrehungen, und die so deutlich wahrnehmbaren Wirbelbewegungen des Wassers hinlänglich für das Daseyn dieser Organe, selbst in diesem Zustande, sprechen. Es war mir daher vorzüglich darum zu thun, die Cilien auch an den eingeschlossenen Sporidien nachzuweisen.

Die Bewerkstelligung einer künstlichen Frühgeburt hätte zwar allerdings hierüber Auskunft geben können, doch liess sich im Voraus erwarten, dass dieselbe bei unseren rohen Instrumenten nie ohne Verletzung, mithin Tödtung des Sporidiums, vollzogen werden konnte. Desshalb schritt ich zu einem anderen Verfahren, das mich auch richtig zum Ziele führte.

Ich nahm mehrere ziemlich reife Fruchtkuppen, in denen innerhalb des Fruchtschlauches die Membran der Spore schon als durchsichtige Haut gebildet war, und reizte dieselben am oberen Ende mit einem spitzigen Instrumente. Augenblicklich zeigten sich Contractionerscheinungen des Sporidiums am oberen Ende, und zwar in der Art, dass sich an dieser Stelle ein halbmondförmiger freier Raum bildete. Hier liess sich nun ohne alle Schwierigkeit bei einer Vergrösserung von 600—1000 lin. die Einfassung des Randes mit Wimpern sehr deutlich erkennen, ja dieselben konnten sogar in ihrer Bewegung, die hier sehr langsam erfolgte, beobachtet werden. Man sah nicht nur ein Hin- und Herschwanken, sondern auch Krümmungen der Wimpern erfolgen, was deutlich bewies, dass dieselben nicht etwa als ein den Pflanzenhaaren analoges Gebilde zu betrachten seyen. Wo übrigens das Sporidium enge an dem Fruchtschlauch lag, konnten natürlich die Cilien nicht als gesonderte Einzelheiten wahrgenommen werden. Nach Anwendung von Säuren, Alkalien, Alkohol u. s. w. hörten diese Bewegungen plötzlich auf.

Wie schon bemerkt, hat das freigewordene Sporidium anfänglich eine birnförmige oder eiförmige Gestalt, die erst nach und nach in die regelmässig ellipsoidische und rundliche übergeht. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigen sich folgende Organisationsverhältnisse:

Die äussere Umhüllung bildet eine verhältnissmässig zwar dicke, aber weiche, gelatinöse Membran, an der man bei jeder Ansicht dunklere Streifen wahrnehmen kann. Diese Streifen scheinen jedoch nicht in der Membran selbst, die durchaus ho-

mir gegenwärtig noch nicht klar.

mogen ist, sondern an der Aussenseite derselben ihren Sitz zu haben, und von den gleich näher zu beschreibenden Organen herzurühren. Mit dieser Membran stehen nach Aussen in Verbindung die bereits erwähnten Cilien. (Fig. 16.) Sie scheinen mit einer Art von Bulbus in der homogenen Substanz derselben zu wurzeln, und dieser eben dadurch ein körniges Ansehen zu verleihen. Die Cilien sind haarförmig, und um Weniges länger, als die Dicke der Membran beträgt, in der sie wurzeln; sie sind sehr fein, cylindrisch, und enden nicht spitz, sondern mit einer knopfförmigen Erweiterung.

Die Haut dieser Sporidien ist so zart, dass die geringste Verletzung den Zusammenhang trennt, und dem Leben derselben sogleich ein Ende macht. Eine etwas zu geringe Menge Wassers ist im Stande, die Sporidie zum Zerplatzen zu bringen, was jedoch mehr einem Auseinandergehen oder Auseinanderfließen der Theile zu vergleichen ist, als dass es ein Zerreißen genannt werden kann. Die dabei oft nur mit Mühe erkennbaren Fetzen der Membran haben durchaus keine scharfen Umrisse, im Gegentheile zerfliessen sie vor dem Auge des Beobachters in zuletzt ganz unkennbare Partikelchen.

Ist dieses jedoch noch nicht ganz geschehen, so lässt sich die Oberfläche der Membran sammt den daran haftenden Cilien, die ihre Bewegungen auch zuletzt noch langsam fortsetzen, am besten erkennen. (Fig. 17.) Die gleichförmigen Abstände, in denen sie an allen Fetzen erscheinen, lassen vermuthen, dass die ganze Oberfläche auf eine gleichmässige Weise damit bedeckt ist, so dass man bei Beschreibung der sich bewegenden Sporidie wenig fehlen möchte, diese mit einem Pelze dicht stehender, um und um gleicher Flimmerhaare anzugeben.

Ich habe mich vielfach bemüht, in dieser Sporenhaut Öffnungen zu entdecken, aber weder an dem vorderen Ende, noch an dem hinteren konnte ich sie wahrnehmen, und noch weniger scheinen sie an andern Puncten der Körperoberfläche vorzukommen,

da die so regelmässigen Wirbelbewegungen des Wassers, deren ich später nochmals gedenken werde, offenbar dagegen sprechen.

Noch einfacher, als die Oberfläche, ist das Innere dieser sonderbaren Sporidien gebaut.

An die umhüllende Membran sind nach Innen dieselben Chlorophyllkügelchen angelegt, wie wir sie in der noch unreifen Sporidie kennen gelernt haben. Mehr oder weniger runde Schleimklümpchen, mit Chlorophyll überzogen, sind die einzigen, mit Sicherheit erkennbaren Körperchen, die einen wesentlichen Antheil an der inneren Beschaffenheit derselben nehmen. Sie liegen nicht regelmässig in bestimmten Reihen, oder sonst nach irgend einer bestimmten Ordnung an der Innenwand, sondern sind ziemlich unregelmässig vertheilt, und wenn ich mich nicht täusche, auch nicht in einer einzigen Schichte vorhanden. (Fig. 15.) So viel ist indess klar, dass an der vordern Körperhälfte ihre Anzahl weit geringer, als an der hintern ist, daher sie dort in grösseren Entfernungen von einander abstehen, während sie hier sehr gedrängt an einander liegen. Doch würde diess immerhin die so intensiv dunkle Färbung des Hintertheils nicht bedingen, wenn hier nicht ausserdem noch eine grosse Menge von ganz gleichen Chlorophyllkügelchen vorhanden wäre, und denselben vielleicht grösstentheils erfüllte.

Ich habe schon früher aufmerksam gemacht, wie an der reifenden, noch im Sporenschlauche eingeschlossenen Sporidie eine fortwährende Differenzirung der beiden Körperhälften Statt findet, und mit dem Lichtwerden der vorderen Hälfte das Dunklerwerden der hinteren in gleichem Masse zunimmt. Diess hat nun in der freien, sich bewegenden Sporidie ihr Maximum erreicht, und es scheint sogar, dass die Verdunklung der hintern Körperhälfte wirklich auf Kosten der vordern vor sich gehe, d. i. dass sich im Momente der vollen Reife in der That Chlorophyllkügelchen von der Ersteren trennen, um sich am hinteren Theile anzuhäufen. Die Bedeutung dieser Erscheinung ist mir gegenwärtig noch nicht klar.

Ausser den Chlorophyllkugeln, die hier eine so wichtige Rolle spielen, finden sich im Innern, so weit meine dermaligen Beobachtungen gehen, keine organischen Bildungen. Ein körniger, gerinnungsfähiger Schleim sucht zwar in blasenförmigen Bildungen Andeutungen von Organisation zu verrathen, doch sind diese, wie es scheint, noch nicht im Stande, einen festen Typus anzunehmen, und daher einer steten Veränderung unterworfen. (Fig. 19.) Dasselbe bestätigt auch die nach dem Zerplatzen der Sporidie hervortretende körnigschleimige Substanz, die nicht im Mindesten irgend eine Spur von Haut, Gefäss u. s. w., wohl aber veränderliche Fäden in flockenförmigen Formen u. dgl. erkennen lässt.

Selbst im Momente des Zerplatzens zeigt sich durchaus keine etwa vorhandene Zellbildung, wohl aber sind die Zellsaftkugeln hie und da so geordnet, dass sie blasige Höhlen zu umschliessen scheinen. Der Schleim, der dieselben bildet, zerfliesst beim Austreten im Wasser in ungeformte Massen, die sich in Fäden spinnen, und die einzelnen Kügelchen umspinnen.

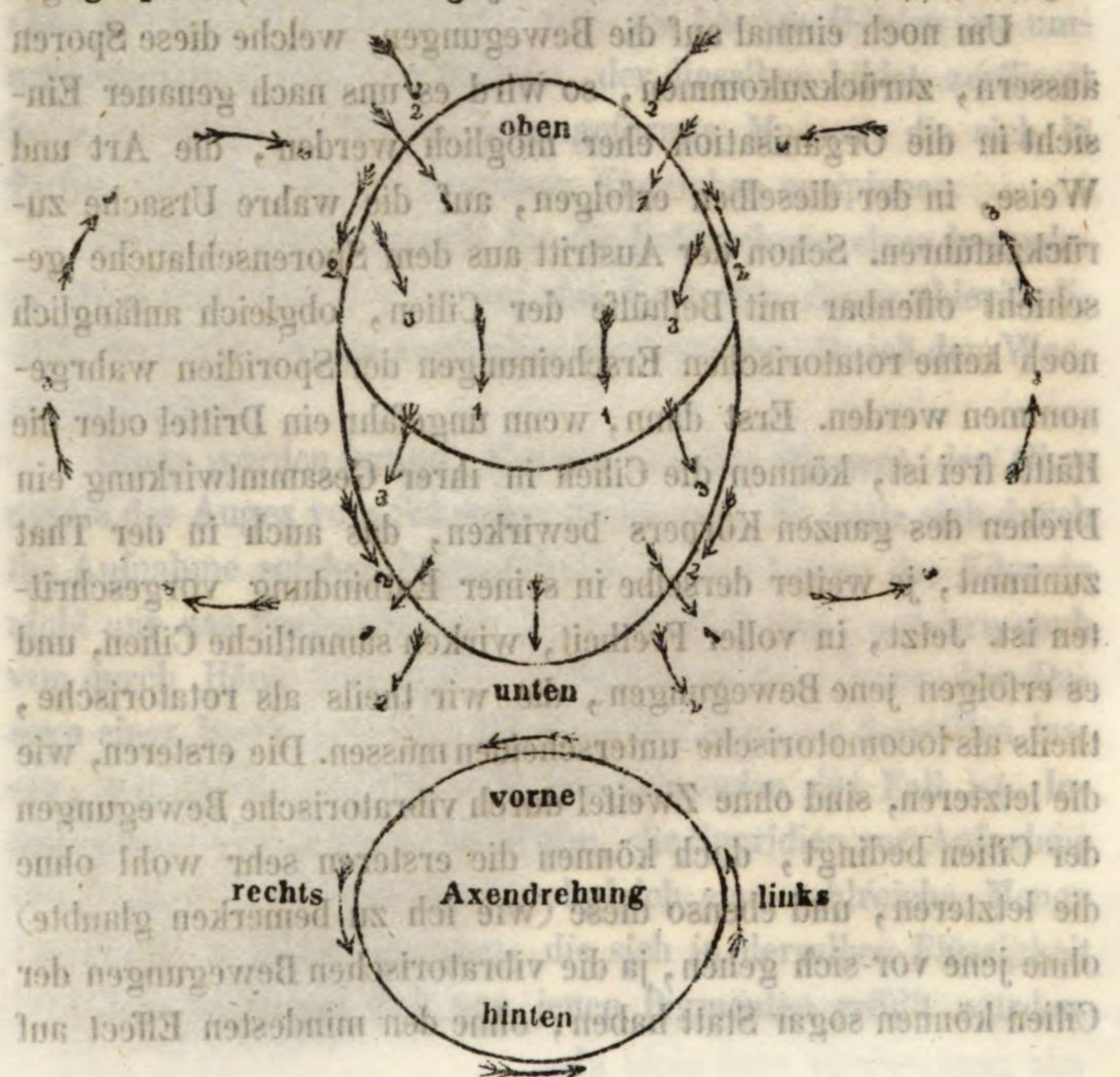
Ein besonderes Gewicht für die Erforschung einer besonderen Organisation legte ich auf das Verhalten dieser thierähnlichen Sporidien zu fein zertheilten Farbestoffen, die ich dem Wasser beimgabte.

Hiezu wurden Indigo, Carmin und das Pigment der Choroidea des Auges vom Schweine genommen. Es hätte sich durch die Aufnahme solcher Pigmenttheile in das Innere des Körpers nicht nur das Vorhandenseyn einer Mundöffnung, sondern auch von durch Häute begränzten Leibeshöhlungen, kurz, das Daseyn einer bestimmten Organisation hier eben so darstellen lassen, wie das bei der Mehrzahl von Infusorien der Fall ist. Indess gelang es mir auf keine Weise, die Sporidien zur Aufnahme von Pigmenten zu vermögen, obgleich eine zahlreiche Menge verschiedener Infusorienarten, die sich in derselben Flüssigkeit befanden, in kurzer Zeit von jenen Pigmenten erfüllt wurden.

Aber auch diess würde noch keineswegs als ein positiver Beweis von dem Nichtvorhandenseyn einer Mundöffnung und eines Dauscanales u. s. w. dienen können, da es auch jetzt noch den gewandtesten Forschern nicht gelang, alle Infusorien ohne Ausnahme zur Aufnahme solcher gefärbter Nahrungsstoffe zu bewegen. Ich stütze vielmehr meinen Hauptbeweis des Mangels eines den polygastrischen Infusorien ähnlichen Baues dieser beweglichen Körper auf ihre vorzügliche Bestimmung, mit welcher, wie ich gleich anführen werde, ein so complicirter Bau durchaus im Widerspruche, wenigstens ohne allen Zweck wäre. Ich muss daher vielmehr annehmen, dass die Organisation dieser animalisch belebten Sporidien ausser der den thierischen Schleim- und serösen Häuten analogen Ausbildung durchaus den Typus vegetabilischer Gebilde, namentlich jener der Zellen, an sich trage.

Um noch einmal auf die Bewegungen, welche diese Sporen äussern, zurückzukommen, so wird es uns nach genauer Einsicht in die Organisation eher möglich werden, die Art und Weise, in der dieselben erfolgen, auf die wahre Ursache zurückzuführen. Schon der Austritt aus dem Sporenschlauche geschieht offenbar mit Beihülfe der Cilien, obgleich anfänglich noch keine rotatorischen Erscheinungen der Sporidien wahrgenommen werden. Erst dann, wenn ungefähr ein Drittel oder die Hälfte frei ist, können die Cilien in ihrer Gesamtwirkung ein Drehen des ganzen Körpers bewirken, das auch in der That zunimmt, je weiter derselbe in seiner Entbindung vorgeschritten ist. Jetzt, in voller Freiheit, wirken sämtliche Cilien, und es erfolgen jene Bewegungen, die wir theils als rotatorische, theils als locomotorische unterscheiden müssen. Die ersteren, wie die letzteren, sind ohne Zweifel durch vibratorische Bewegungen der Cilien bedingt, doch können die ersteren sehr wohl ohne die letzteren, und ebenso diese (wie ich zu bemerken glaubte) ohne jene vor sich gehen, ja die vibratorischen Bewegungen der Cilien können sogar Statt haben, ohne den mindesten Effect auf

irgend eine Art der Bewegung hervorzubringen, wahrscheinlich weil es den Bewegungsorganen an Kraft und Schnelligkeit gebricht. Unter solchen Umständen, die meist gegen das Ende des animalen Lebens der Sporidie, wenn ich mich so ausdrücken darf, eintreten, ist die Beobachtung des Typus, in welchem die Wasserströmungen oder Wirbel erfolgen, am leichtesten. Durch das fortwährende Stillestehen der Sporidie ist man im Stande, jede einzelne Richtung derselben genau zu verfolgen, und sie dabei zugleich als die Wirkung der Vibration der Cilien zu erkennen. Im Allgemeinen bemerkt man, dass sämtliche Strömungen nach der Spitze des Ellipsoides gerichtet sind, von da über die ganze Oberfläche nach allen Seiten gleichmässig erfolgen, und am Hintertheile mit der gleichen Kraft abgestossen werden. Eine graphische Darstellung wird diess am besten versinnlichen:



in der 1 die oberste oder oberflächlichste, 2 die mittlere, und 3 die unterste oder tiefste Strömung darstellt. Die feinen Farbe-theilchen werden dabei mit eben so grosser Kraft herzugeschleudert, als abgestossen, und nur wenn sie in grosser Menge vorhanden sind, sieht man sie auf die vibratorischen Bewegungen der Cilien selbst hindernd einwirken, indem sie zwischen dieselben gerathen, und ihren freien Bewegungen als mechanische Hemmnisse entgegenwirken. Bei solch regelmässigen Strömungen des Wassers muss natürlich auch die Aufeinanderfolge und Vertheilung der Bewegungen der Cilien sehr geregelt seyn, und offenbar kann diess im Allgemeinen nicht anders, als durch ein wechselndes Rückwärtsbeugen derselben, bewerkstelliget werden.

Einer verstärkten Bewegung der Art muss nothwendig die locomotorische Bewegung, die immer nur eine progressive ist, zugeschrieben werden; die Sporidie kann in ihren Bewegungen die verschiedensten Richtungen, selbst die entgegengesetzte, wechselweise annehmen, doch wird stets der lichtere Theil vorausgehen, und jede Veränderung der Richtung wird durch ein Drehen nach derselben bewirkt. Es ist klar, dass durch eine stärkere vibratorische Bewegung der Cilien je der einen oder der anderen Seite, das Ellipsoid sich nach dieser oder jener hinneigen, und so seine frühere Richtung verändern wird.

Auch die einfache rotatorische Bewegung ist als Wirkung der Cilien-Vibration zu betrachten, und da, wie bereits bemerkt, dieselbe constant nach einer Seite, nämlich nach rechts erfolgt, so muss in den nach einander liegenden Meridianen (wenn ich dieses Wort hier brauchen darf) successive die Beugung der in denselben liegenden Cilien nach links erfolgen.

Aber selbst die combinirten Bewegungen, wie sie in der Regel Statt finden, sind sehr wohl durch Ciliarwirkung zu er-

klären, und gehen nach Art unserer eigenen tanzenden Bewegung vor sich.

Oft gewahrt man nur diese oder jene Parthie der Cilien in Bewegung, hieraus entstehen jene unregelmässigen Bewegungen, die wir häufig vor dem Sistiren sämtlicher Bewegungen wahrnehmen.

Einer verstärkten Bewegung der Art muss nothwendig die locomotorische Bewegung, die immer nur eine progressive ist, zugeschrrieben werden; die Sporidie kann in ihren Bewegungen die verschiedensten Richtungen, selbst die entgegengesetzte, wechselweise annehmen, doch wird stets der lichtere Theil vorausgehen, und jede Veränderung der Richtung wird durch ein Drehen nach derselben bewirkt. Es ist klar, dass durch eine stärkere vibratorische Bewegung der Cilien je der einen oder der anderen Seite, das Ellipsoid sich nach dieser oder jener hinneigen, und so seine frühere Richtung verändern wird.

Auch die einfache rotatorische Bewegung ist als Wirkung der Cilien-Vibration zu betrachten, und da, wie bereits bemerkt, dieselbe constant nach einer Seite, nämlich nach rechts erfolgt, so muss in den nach einander liegenden Meridianen (wenn ich dieses Wort hier brauchen darf) successive die Beugung der in denselben liegenden Cilien nach links erfolgen.

Aber selbst die combinirten Bewegungen, wie sie in der Regel Statt finden, sind sehr wohl durch Cilienwirkung zu er-

VIII. B r i e f.

Dauer des animalen Lebens. Natürlicher und gewaltsamer Tod.

Wenn Du auch vielleicht schon jetzt die Überzeugung gewonnen hast, dass die sich willkürlich bewegende und zu dem Zwecke mit eigenen Organen ausgestattete Algensporidie einer andern Reihe von Wesen näher steht, als der Mutterpflanze, aus der sie sich entwickelt, so wirst Du doch nicht weniger als mit gleichem Interesse die Bestätigung derselben in den weiteren Lebenserscheinungen der Sporidie verfolgen. Vor Allem wird die Frage über die Dauerverhältnisse des animalen Lebens zuerst eine Berücksichtigung verdienen.

Hier begegnet uns die höchst merkwürdige Erscheinung, dass die Beweglichkeit dieser Algensporidie und Alles, was daran geknüpft ist, von sehr beschränkter Dauer ist.

Hat man dieselbe von ihrer Geburt an unablässig mit dem Auge verfolgt, was nicht so grosse Anstrengung, als Geduld erfordert, so wird man finden, dass nach Verlauf von zwei Stunden die Bewegungen häufiger unterbrochen werden, und dass diese Pausen der Ruhe, wo zwar Axendrehung, aber keine Ortsveränderung Statt findet, immer länger werden. Die Sporidie hält sich nunmehr an der Oberfläche des Wassers auf, und zwar um so lieber, je dichter dieselbe von kleinen Körperchen bedeckt ist. Diesen nähert sich die bewegliche Sporidie immer mehr und mehr, ruhet an denselben aus, ohne dass diese Ruhe

noch einmal in Bewegung überginge. Es ist nicht leicht zu übersehen, dass das Licht auf die Wahl des Ortes, welche die sterbende Sporidie äussert, einen Einfluss nimmt, denn man bemerkt, dass sich dieselbe in diesem Momente dem directen Einflusse desselben dadurch entzieht, dass sie Schatten sucht.

Tritt auf solche Weise der natürliche animale Tod ein, so wird die straffe, glasartig durchsichtige Haut der Sporidie etwas runzelig, selbst faltig, und dadurch weniger durchsichtig, (Fig. 18.), die Cilien, die man früher nicht zu unterscheiden im Stande war, erscheinen jetzt am Umfange des Körpers als feine Härchen, welche bewegungslos abstehen. Natürlich haben mit diesem Zustande auch die Axendrehungen allmählig abgenommen und bald ganz aufgehört. Dieser Moment des Sterbens dauert nicht lange; die neuerdings zunehmende Ausdehnung des Körpers glättet die Runzeln bald wieder aus, ja die Anschwellung nimmt noch mehr zu, und aus der eiförmigen oder ellipsoidischen Gestalt entsteht eine Kugel, die anfänglich am Grunde noch dunkler gefärbt ist, nach und nach aber ein gleichmässiges Grün erhält.

So wie der zweite Moment des Sterbens, nämlich die wieder beginnende Ausdehnung des Körpers, erfolgt, verschwinden alle Cilien so plötzlich, dass man unmöglich mit dem Auge folgen kann, wohin sie kommen. Anfänglich glaubte ich, sie würden abgestossen, und es entstehe daraus jenes durchsichtige Häutchen, welches an der Oberfläche der Flüssigkeit, worin sich die *Vaucheria* befindet, allmählig zum Vorschein kommt, und ich war in dieser Meinung um so mehr bestätigt, als dasselbe aus lauter kleinen Trümmern durchsichtiger Fädchen von ausserordentlicher Feinheit besteht, die gerade die Hälfte oder den dritten Theil der Länge der Cilien betragen. Ich sah jedoch später ein ähnlich gebildetes Häutchen auch über andern Süßwasseralgen, welche ich in Gläsern hielt, und überzeugte mich, dass diese Trümmer nichts Anderes, als abgestossene Glieder einer

ungemein zarten Leptomitius-Art sind, welche hier parasitisch lebte. Es wurde mir nicht schwer, die zarten Büscheln auch auf älteren Zweigen der Vaucheria zu entdecken. Ich muss also vermuthen, dass die Cilien bei dem Tode der Spore nicht abgestossen, sondern wahrscheinlich in die gelatinöse Haut, deren unmittelbare Fortsetzungen sie sind, zurückgezogen werden, und durch diese Substanzvermehrung eben die grössere Ausdehnung der Sporidie bewirken; doch lege ich auf diese Erklärung kein grosses Gewicht.

Andere Erscheinungen treten bei dem gewaltsamen Tode der Sporidie ein. Verletzungen, welche an der zarten gelatinösen Haut angebracht werden, wenn dieselbe auch keine vollständige Trennung des Zusammenhanges herbeiführen, haben sogleich eine heftige Reaction zur Folge, die sich als allgemeine Contraction der Haut äussert, in Folge deren an der verwundeten Stelle das Contentum (Zellsaftkügelchen, mit Schleim vermischt, die nicht die mindeste Bewegung wahrnehmen lassen) herausgepresst wird. Später schliesst sich durch eben diese allgemeine Contraction auch die wunde Stelle, und wenn sich dieselbe hier noch besonders concentrirt, wie das in der Regel der Fall ist, so erlangt die regelmässige Körperform an dieser Stelle eine grössere oder geringere Einbuchtung, die dann allerdings wieder abnimmt, sobald die Contraction nachlässt oder aufhört, was jedoch erst mit dem vollständigen animalen Tode eintritt. Erst mit diesem hört alle Flimmerbewegung auf, die früher immer noch theilweise fort dauert.

Solche Verletzungen sind wegen der ungemeinen Weichheit der Körperhaut sehr leicht möglich, und erfolgen oft schon durch den kleinsten Druck oder Stoss.

Indess ist wieder auf der andern Seite die Tenacität des animalen Lebens zu bewundern, die selbst noch an den kleinsten, durch Zerplatzen entstandenen Theilen des Hautorganes in den fort dauernden Bewegungen der Cilien wahrzunehmen ist, was

um so erklärlicher ist, als in diesem Falle der Tod nicht durch den Nachlass der Lebensthätigkeit des Sporidiums selbst bedingt, sondern mehr als ein Eingriff von Aussen zu betrachten ist, dem selbst die kleinsten Partikelchen noch ihre Wirksamkeit entgensetzen.

Mit diesen Erscheinungen eines ephemeren thierischen Daseyns, das durch nichts verlängert werden kann, schliesst die offenbar höher belebte Sporidie ihren Lebenslauf, und beginnt nun eine Reihe von Entwicklungen, die sie in diejenige Welt zurückführen, aus der sie gekommen. So fällt dieser wieder das anheim, was ihr nur auf Augenblicke entrissen war, und der Faden eines allgemeinen Naturlebens, der sich hier so sichtlich durch alle Erscheinungen hindurch spinnt, hat an dieser Stelle wohl eine andere Form, aber keine Unterbrechung erlitten.

beurkundet, andererseits aber darauf hinweist, dass äussere Umstände, wie z. B. die Lage, der Lichteinfluss u. s. w., zunächst auf die Art und Weise der Keimung von Einfluss sind. Dass bei diesem Keimungsacte die Kugelgestalt der Sporidie ebenfalls Veränderungen, Ausdehnungen, ungleichmässige Anschwellungen u. s. w. erleidet, ist wohl theilhaftig, doch muss ich hier ausdrücklich betonen, dass dieselben niemals so über-

IX. B r i e f.

Zurücksinken des animalen Lebens in das vegetative. Keimen der Sporidien.
Wachsthum. Productivität.

Hat der animale Tod den Bewegungen der Sporidie ein Ende gesetzt, so fährt nichts desto weniger das vegetative Leben fort, den scheinbar abgerissenen Faden in einer Reihe von Erscheinungen fortzuführen, die vorzugsweise die Vergrösserung und das Wachsthum bezwecken. Der erste Act dieses neuen Lebens-spieles ist der Act des Keimens, den ich nun hier etwas näher betrachten will.

Obgleich in der That schon mit dem Tode Veränderungen in der organischen Beschaffenheit der Sporidie vor sich gehen, so fallen sie doch nicht sehr in die Augen, und es scheint, dass, nebst einer gleichförmigen Vertheilung der Chlorophyllmasse und des Schleimes, die hauptsächlichste Thätigkeit dahin gerichtet ist, aus der zarten gelatinösen Schleimhaut der animalischen Sporidie nach und nach die compacte, feste, zähe Pflanzenmembran hervorzubringen. Erst wenn diess geschehen, tritt eine Vergrösserung des kugelförmigen Sporidiums in der Art ein, dass an einer oder an zwei, einander zuweilen diametral entgegengesetzten Stellen Fortsätze hervorbrechen, womit die eigentliche Keimung beginnt.

Oft erlangt ein Fortsatz das Fünf- bis Sechsfache des Sporendurchmessers, bevor ein zweiter sich bildet, zuweilen bilden sich beide zugleich, was einerseits zwar eine Unregelmässigkeit

beurkundet, andererseits aber darauf hinweist, dass äussere Umstände, wie z. B. die Lage, der Lichteinfluss u. s. w., zunächst auf die Art und Weise der Keimung von Einfluss sind. Dass bei diesem Keimungsacte die Kugelgestalt der Sporidie ebenfalls Veränderungen, Ausdehnungen, ungleichmässige Anschwellungen u. s. w. erleidet, ist wohl begreiflich, doch muss ich hier ausdrücklich beifügen, dass dieselben niemals so überhand nehmen, dass nicht noch in einer späteren Entwicklungszeit die Stelle der ursprünglichen Spore in den Kugelsegmenten sichtbar wäre. (Fig. 2, 3, 4.)

Um nun von dem Erfolge des Keimens ein der Wahrheit so viel als möglich nahe kommendes Bild zu verschaffen, habe ich folgende Beobachtung gemacht. Ich nahm ein Stück des Rasens der *Vaucherie clavata*, kurz nachdem er von den Steinen des Baches abgelöst war, und brachte es in ein dünnes Cylinderglas, dass ich am Fenster eines nach Norden gelegenen Zimmers von 5° R. hinstellte. In kurzer Zeit bildete sich ein frisch grüner Rasen aus einer Menge neuer Fortsätze, die an der Spitze auch bald in Fruchtkeulen übergingen und Sporidien entwickelten.

Nach Verlauf von 26 Stunden, nachdem die ersten freien Sporidien bemerkbar waren, hatten an der Oberfläche des Wassers schon mehrere gekeimt, und zwar mass die etwas verlängerte Kugel einer Sporidie 0,0058 Wiener Zoll, der Fortsatz derselben 0,0123, so dass also derselbe in dieser Zeit mehr als das Doppelte des Durchmessers der ursprünglichen Spore enthielt. Die Verlängerung erfolgte also in einer Stunde um 0,0008 eines W. Zolles. Bei einer starken Vergrösserung erschien mir diess Stück in einer Länge von 4 Linien. Heftete ich also meinen Blick auf das Endstück, so konnte ich schon innerhalb einer Viertelstunde die Verlängerung des Fortsatzes um ein Zehntel Zoll oder um eine Linie wahrnehmen, was wohl nicht so ganz genau mit der Erfahrung zusammentraf, aber durch die veränderte ungünstige

Lage des keimenden Sporidiums auf dem Objectschieber, der kaum einen Tropfen Flüssigkeit enthielt, begreiflich wird.

Da dieses Wachsthum von 26 Stunden, worunter mehr als 10 Nachtstunden enthalten waren, doch im Ganzen so bedeutend war, so lässt sich erachten, dass unter vermehrtem Luft-einflusse dasselbe noch viel rascher vor sich gehen muss.

So hatten sich denn auch in der That Pflänzchen von *Vaucheria*, die ich durch vier Wochen in Gläsern gezogen, zu einer Länge von $1\frac{1}{2}$ Zoll entwickelt, was eine stündliche Verlängerung von 0,002 Zoll gibt.

Interessant ist, wie sich bei dieser Pflanze schon ein Gegensatz von Stamm und Wurzel, theils während, theils nach dem Keimen auszubilden sucht, wenn gleich letztere mehr als Haftorgan, denn als Organ der Einsaugung sich zu erkennen gibt. Entweder tritt dieser Gegensatz gleich anfänglich beim Keimen ein, indem sich, wie bereits erwähnt, zwei Fortsätze entwickeln, von welchen einer zum Stamme, der andere zur Wurzel wird, oder indem sich nur ein Fortsatz entwickelt, von welchem erst ein Zweig sich zur Wurzel ausbildet. Zuweilen entstehen jedoch anfänglich sogar zwei Wurzelfortsätze, oder aus dem alleinig vorhandenen Wurzelfortsatze entwickelt sich als Seitentrieb der Stamm. (Fig. 3.)

Alle diese Verschiedenheiten der Form, die indess immer auf eines hinausgehen, werden meist durch die Lage der Sporidien bedingt, und so kommt es denn auch, dass, wo mehrere dergleichen sich auf der Oberfläche des Wassers sammelten (was als Regel betrachtet werden kann), eine innige Verschlingung derselben durch ihre Fortsätze Statt findet. (Fig. 20.)

Die Rasenform, in welcher die *Vaucheria* erscheint, ist nur eine Folge der Vereinigung der keimenden Sporen, und daher auch als ein Agglomerat vieler Individuen zu betrachten.

Was insonderheit die Form und Beschaffenheit der Haftorgane betrifft, so bestehen dieselben aus einem von der kugel-

förmigen Sporidie ausgehenden meist sehr kurzen Schlauche, der in der Dicke dem stammbildenden Schlauche wenig nachgibt, aber durch seine Krümmungen und durch den minderen Gehalt von Chlorophyll sich von jenem hinreichend unterscheidet. Aus diesem anfänglich einfachen, blind endenden Schlauche entspringen in kurzer Zeit kleine, meist wiederholt verzweigte, ähnliche, blind endende, an der Spitze fast ungefärbte Fortsätze, welche eine grosse Ähnlichkeit mit den unregelmässigen Verzweigungen der Wurzelasern von stammbildenden Pflanzen haben. (Fig. 21. 22.) Diese meist gedrängt stehenden Wurzelzweige legen sich an jede, selbst die unbedeutendste ihnen entgegenstehende Erhöhung knapp an, und befestigen das Pflänzchen so stark an irgend eine Unterlage, dass eine Trennung ohne eine Verletzung kaum möglich wird. Eine fortwährende Entwicklung dieses Wurzeltheiles findet nicht Statt, und derselbe bleibt also immer gegen den Stammtheil an Ausbildung und Länge zurück.

Beläufig nach 14 Tagen, zuweilen früher, zuweilen später, bemerkt man an dem stammartigen Fortsatze schon eine Anschwellung, die sich bald zur Fruchtkuile entwickelt, und auf dieselbe Weise, wie an der Mutterpflanze, die Entstehung eines sich frei bewegenden Sporidiums zur Folge hat. Diese Sporidie ist ganz so gebaut, und mit allen jenen Eigenschaften versehen, die ich bereits als Attribute der Keime der *Vaucheria* ausführlich beschrieb.

So hat also nach kurzer Unterbrechung eines rein vegetabilischen Lebens die animalisch belebte Sporidie ihre Palingenesie gefeiert, und der ganze Cyclus des Lebens dieses sonderbaren Gewächses ist somit eine Reihe fortwährender Wechselercheinungen, die bald im Kreise eines tieferen, bald im Kreise eines höheren Bereiches spielen, und diesem Wesen dadurch eine amphibole Natur verleihen, wie das bisher noch nicht beobachtet ist.



X. Brief.

Prolification der Mutterpflanze; fortdauernde Productivität.

Ich habe die Lebenserscheinungen der *Vaucheria* bis zu jenem Momente erzählt, wo ihr begeisterter lebenswarmer Keim die starre Hülle seiner Geburtsstätte zersprengte; ich habe diesen Keim auf seiner neuen Bahn durch eine Reihe von Umwandlungen verfolgt, bis er in steter Verjüngung wieder an dem Punkte anlangt, von dem er ausging; ich habe also, um den Kreis meiner Darstellungen zu schliessen, nur noch einen Blick auf die Mutterpflanze zu werfen, und nach ihren Schicksalen zu fragen, nachdem sie die Geburt des Keimes zu Stande gebracht hat.

Fast möchte man meinen, dass nach solcher Anstrengung der Productivität, die sogar über die Schranken ihrer eigenen Natur hinausreicht, das individuelle Leben einer zarten Pflanze, die überdiess nichts anderes als eine einzige Zelle darstellt, viel zu arm, viel zu hinfällig sei, um es noch weiter fristen zu können. Tausende von Geschöpfen gehen zu Grunde, wenn sie auch nur ein einziges Mal den Zeugungsact vollbracht. Ihnen hat die Natur nicht vergönnt, sich in der Verjüngung zu erfreuen; das Geburtsfest der Keime ist zugleich die Todtenfeier ihrer Erzeuger. Es ist, als ob die Fülle der neuen Lebenskeime die Kraft der Erzeuger erschöpfte, und sie dem Tode und der Auflösung Preis gebe.

Nicht so verhält es sich mit unserer Pflanze, die selbst von diesem Augenblicke an noch eine Reihe von Lebenserscheinungen darbietet, die unsere höchste Bewunderung verdienen.

Sobald das Sporidium den Fruchtschlauch verlassen, steht derselbe als ein ungemein zartes, durchsichtiges Gehäuse leer da, und man ist nur mit Mühe im Stande, in dieser zarten Membran die an der Spitze vorhandene Oeffnung zu erkennen. So wie diese Höhle oder Zelle leer geworden, hat der theils flüssige, theils feste Inhalt des unteren Theiles des Schlauches die vorhandene Querwand allmählig nach aufwärts gedrückt. Bei dieser halbkugelförmigen Wölbung (Fig. 8, 11) bleibt es indess nicht, dieselbe dehnt sich immer weiter aus, wächst also fort, und gibt zur Entstehung eines Fortsatzes des ursprünglichen Schlauches Veranlassung. Derselbe dringt nun anfänglich durch den leeren Fruchtschlauch (*Coniocysta*) hindurch, und wächst meist noch eine gute Strecke über denselben hinaus. Wenn diese Verlängerung der Mutterpflanze auch anfänglich etwas schmaler ist, so erweitert sie sich doch nach oben, erlangt aber dennoch nie den Durchmesser des Mutterschlauches. (Fig. 13).

Auf diese Weise, nur etwas modificirt, entstehen auch Seitenfortsätze, die nicht durch den leeren Schlauch hindurch, sondern an der Seite desselben emporwachsen (Fig. 14).

Es scheint in diesem Falle die Querwand weniger als der oberste Theil der Seitenwand des Schlauches zur Ausdehnung und Fortbildung geeignet. Schon mit einer mässigen Länge, welche jene des Fruchtschlauches nur um ein bis anderthalbmal übertrifft, bemerkt man in dem gleichfalls zu einer keulenförmigen Erweiterung angeschwollenen Endtheile desselben jene Veränderungen vor sich gehen, die bereits bei der Fruchtbildung näher beschrieben wurden. Kurz, die Verdunklung des grünen Inhalts nimmt zu, man bemerkt eine neue Scheidewand, und in dem oberen abgegrenzten Theile des Fortsatzes nach und nach die Bildung eines neuen Sporidiums vor sich gehen, welches auf dieselbe Weise, und unter ähnlichen Umständen dem Fruchtschlauche entschlüpft, wie das erste. Auch rücksichtlich seiner

Organisation und Lebensweise findet durchaus kein Unterschied Statt, nur ist zu bemerken, dass diese zweitgebornen Sporidien bedeutend kleiner als die erstgebornen sind. Während letztere einen Durchmesser von 0,0085 W. Z. in der grossen, und 0,0055 W. Z. in der kleinen Axe haben, messen erstere nur 0,0062 W. Z. in der Länge, und 0,0040 in der Breite, erscheinen also dem freien Auge kaum noch bemerkbar. Auch bei dieser Secundogenitur bleibt es nicht stehen, es erfolgt noch eine Tertiogenitur, und vielleicht noch mehrere Zeugungen, die jedoch in dem Zustande, in welchem man die *Vaucheria* der Beobachtung unterziehen kann, gewöhnlich nicht mehr vor sich gehen. Auf dieselbe Weise, wie die Bildung des zweiten Sporidiums, erfolgt auch die Bildung des dritten, nur ist dasselbe aus den oben angeführten Gründen noch kleiner als jenes, und daher nur mit Mühe durch das unbewaffnete Auge zu erkennen. Solche dritterzeugte Keime lassen sich an den in Gläsern gehaltenen Pflanzen noch leicht beobachten; nach dieser Zeit erhebt sich aber die Temperatur der Luft meist schon so bedeutend, dass weder ein Fortwachsen noch ein Fructificiren mehr möglich ist. Die Pflänzchen gehen vielmehr allmählig ein, indem sie von unten nach aufwärts absterben, und in Fäulniss übergehen. Im Anfange dieses Zustandes ballen sich die rasenförmig vereinten Pflänzchen noch fest an ihre Unterlage, und die Spitzen treiben demungeachtet fort, im Verlaufe des Absterbens greift aber die Entmischung um sich, und alle Pflänzchen gehen sammt und sonders zu Grunde.

Auf ihrem natürlichen Standorte hält die Pflanze länger aus, da sich die Temperatur des Wassers nicht so rasch ändert. Ich habe die Rasen der *Vaucheria* an den Steinen noch Anfangs Mai beobachtet, dann lösen sie sich aber los, und werden fortgeschwemmt. Inzwischen sind die jungen Rasen schon dem freien Auge kenntlich geworden, und wachsen bis

Mitte Juni allmählig fort, und haben zu dieser Zeit schon einen ansehnlichen Polster gebildet. Jetzt, bei 13° R., bemerkt man nur an den grünen Spitzen der Schläuche einiges Leben, bis im Herbste das Wachsthum wieder einen neuen Impuls erhält.

XI. Brief.

Einfluss der verschiedenen Temperaturen auf die thierische Sporidie und auf die pflanzliche Entwicklung derselben.

Nachdem ich Dir nun die wichtigsten Lebenserscheinungen der Vaucheria mitgetheilt habe, die gewiss sehr folgenreich sind, und zu mancherlei Betrachtungen Veranlassung geben können, glaube ich letztere am schicklichsten dadurch einzuleiten, wenn ich die Resultate einer Reihe von Versuchen anführe, welche ich in der Absicht unternahm, um über die Natur der Sporidien noch weitere Aufschlüsse zu erlangen.

Diese Versuche sollten den Einfluss der verschiedenen Wärmegrade, der Luft, des Lichtes, der Electricität und mehrerer chemischer Stoffe auf das Leben der Sporidie darstellen, und zeigen, welchen Grad von Reaction dasselbe gegen jede dieser Agentien zu äussern im Stande ist. Ich beginne mit dem Verhalten der Sporidie zur Wärme.

In eine kleine Porzellanschale, die früher etwas erwärmt wurde, brachte ich ungefähr 2 Kubikzoll Wasser, dessen Temperatur 30° R. betrug. Die Umstände waren so eingerichtet, dass diese Temperatur nur ganz allmählig in niedere Grade überging. In dieses lauwarme Wasser wurden mittelst Haarröhrchen sieben munter schwimmende Sporidien gesetzt. Alle sanken augenblicklich bewegungslos zu Boden, zogen sich zu runden Kügelchen zusammen, und blieben für immer todt, ohne irgend mehr ein Zeichen des Lebens zu verrathen. Derselbe Versuch wurde bei einer Temperatur des Wassers von 22° R. wie-

derholt. Zwei Sporidien, auf gleiche Weise in dasselbe gebracht, schwammen nur wenige Minuten herum, und fielen dann gleichfalls zu Boden. Bei einer Temperatur von 20° R. war die Sache schon etwas Anderes; von vier Individuen sank eines zwar bald bewegungslos zu Boden, die übrigen drei lebten jedoch fort, tauchten in die Tiefe des Wassers hinab, kamen wieder hinauf, und hielten sich meist in den oberen Schichten desselben, wo es etwas kühler geworden war, auf. Erst nach einer halben Stunde hörten die Bewegungen ganz auf. Weder am darauffolgenden Tage noch später hatte sich irgend eines von diesen Sporidien gekrümmt. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte es sich, dass dieselben nicht ganz die Kugelform angenommen hatten, obgleich die Oberfläche straff war, und nicht die geringsten Runzeln angenommen hatte. Die sattgrüne Farbe derselben war am Grunde dunkler, und ging völlig in Braun über, das von keinem farblosen Rande umgeben war. In anderen Individuen war die Chlorophyllmasse mehr zusammengeballt, und bildete unregelmässige Massen. An der Innenwand der Zellhaut lag hier und da eine bräunliche Materie in kleinen zerflossenen Tröpfchen.

Nachdem sich auf diese Weise auch eine Temperatur von 20° R. tödtlich erwies, wurde Wasser von 15° R., das während dem Versuche allmählig auf 10° R. erkaltete, angewendet, und in dasselbe 20 Individuen gebracht, welche sich lebhaft bewegten, und in dieser Bewegung auch durch längere Zeit anhielten, so dass die letzten erst nach vollen zwei Stunden sich für immer zur Ruhe begaben.

Nachdem die Temperatur des Wassers fortwährend langsam sank, wurde das Gefäss in ein Zimmer von 5° bis 6° R. gebracht, und unter stets gleichbleibenden Verhältnissen der weitere Verlauf der Ereignisse beobachtet.

Tags darauf (29. März) hatten die meisten Sporidien gekeimt, ihre Fortsätze waren eben so weit entwickelt, als an

Individuen, welche vergleichungsweise nebstbei beobachtet wurden; am zweiten Tage keimten auch die übrigen, allein sowohl diese als die ersteren blieben von nun an in der Entwicklung zurück. Am vierten Tage bemerkte man zwar nebst einem ersten meist auch einen zweiten Fortsatz, allein beide übertrafen in ihrer Länge den Durchmesser der Sporidie kaum dreimal, waren daher sichtlich verkürzt, dabei häufig gekrümmt und verkrüppelt. Diess war auch am fünften und siebenten Tage nicht viel anders, bis endlich am neunten Tage ein völliger Stillstand eintrat, und bei mehreren Sporidien Zeichen von Auflösung erschienen. Nach fünfzehn Tagen endlich war Alles todt, die grünen Kügelchen des Chlorophylls verwandelten sich in eine krümmelige braune Masse, und die grösste Länge, wozu es die Fortsätze der keimenden Sporidien brachten, betrug kaum eine halbe Linie.

Ein ganz verschiedenes Bild boten dagegen diejenigen Sporidien dar, die anfänglich in niedrige Temperatursgrade gebracht, aber später unter gleichen Verhältnisse, wie die früheren, gezogen wurden. Sechs Individuen wurden in ein kleines Gefäss gebracht, dessen Wasser bis zu 7° R. erkaltet war; dasselbe ward auf schmelzenden Schnee gestellt, und in die Schale selbst lockerer, eben gefallener Schnee gethan. Augenblicklich tränkte das Wasser die ganze Portion des Schnees, aber die Sporidien schwammen eben so wie früher, munter zwischen den Schneeräumen herum, ungeachtet das Wasser in Kurzem auf den Eispunct heruntersank. Aber ehe noch die kleine Menge von Schnee ganz schmolz, was in dem bis auf 12° R. erwärmten Zimmer, wo ich experimentirte, nach einer Viertelstunde geschah, waren alle sechs Individuen bewegungslos, behielten jedoch sowohl ihre längliche Form als ihre dunkelgrüne Farbe am Hintertheile des Körpers bei. Es währte nicht lange, so erwachte bald ein Individuum aus der Erstarrung, schwamm langsam am Rande des Gefässes herum, erstarrte von

Neuem, aber erholte sich nach Verlauf einer Stunde vollkommen wieder, indess die übrigen bewegungslos blieben, und sich zugleich veränderten. Ihre Farbe war gleichmässiger vertheilt, und ihre Form eckig, ja sogar höckerig geworden.

Erst nach zwei Stunden, während welcher Zeit die Temperatur des Wassers sich wieder zu heben anfang, hörten die Bewegungen des einen Individuums gänzlich auf.

Am folgenden Tage (26. März) hatten alle Individuen gekeimt, ihre Fortsätze waren dreimal so lang als ihr Körper geworden. Tags darauf zeigte sich bei einem Individuum auch ein zweiter Fortsatz; am vierten Tage hatten alle Fortsätze bedeutend zugenommen, und zwar ganz in der Art, wie an andern Individuen, welche diesem erkältenden Einflusse nicht ausgesetzt waren. Nach elf Tagen erlangten alle Pflänzchen doppelte Fortsätze, die zusammen eine Länge von 7 Linien hatten, und mit Zweigen versehen waren. Ihre Farbe war blassgrün, indem die zerstreuten, an der Innenwand der Schläuche anliegenden Schleimkügelchen nur sehr sparsam mit Chlorophyll überzogen waren. Von denselben konnte man überhaupt zweierlei Formen unterscheiden, nämlich längliche und runde. Entfernte man durch Alcohol das Chlorophyll, so wurden alle Schleimkügelchen wasserhell, die länglichen und zugleich häufigeren erschienen aber mit weniger scharfen Rändern als die runden, und glichen überhaupt mehr oder weniger regelmässigen Schleimklümpchen. Jod färbte sie bräunlich.

Vierzehn Tage später, also nach 25 Tagen, hatten sämtliche Pflänzchen eine bedeutende Länge erhalten, jedoch zeigte sich weder jetzt noch später eine Spur von Fruchtbildung, was ich jedoch eben so wenig bei anderen gesondert stehenden Pflänzchen der Art beobachtete.

Im Ganzen ersieht man aus diesen Versuchen, dass eine etwas wärmere Temperatur, wie sie besonders stagnirende oder langsam fliessende Wasser in der Sommerszeit selbst in gebirgi-

gen Gegenden annehmen, der Entwicklung dieser Pflanze schlechterdings hinderlich ist; dagegen ist ersichtlich, dass selbst eine Temperatur, welche dem Gefrieren des Wassers zunächst liegt, zwar eine Unterbrechung der Bewegungen, und selbst der vegetativen Lebenserscheinungen hervorruft, nicht aber tödtend auf den Lebenskeim einwirkt. Es geht aber hieraus weiter hervor, dass diese Pflanze um ihrer Erhaltung willen genöthiget ist, einen Aufenthalt zu suchen, der sie vor der Wärme schützt, und ihr wo möglich das ganze Jahr hindurch eine gleichmässige niedrige Temperatur des Wassers darbietet; daher Gebirgsbäche ihr eigentlicher Standort.

XII. Brief.

Einfluss der Luft auf das Leben und die Entwicklung der Sporidie.

Die Versuche, die ich bezüglich des Einflusses der atmosphärischen Luft auf das Leben der Sporidie der *Vaucheria* machte, bezweckten erstlich, zu erfahren, wie die Entziehung der Luft, welche dem Wasser immer beigemengt ist, wirkt, und zweitens, auf welche Weise die vollkommene Abschliessung derselben einen Einfluss äussert. Zu diesem Zwecke nahm ich eine Prouvette von 5 Zoll Länge und einem halben Zoll Durchmesser, und füllte sie bis auf einen Zoll mit Brunnenwasser. In dieses setzte ich mehrere muntere Sporidien hinein, verschloss sie mit einem Korkstöpsel luftdicht, und setzte sie mit einer Handluftpumpe in Verbindung. Als ich die ersten Quantitäten Luft entfernte, ohne dass das Wasser noch merklich seine Luft in Bläschenform ausschied, bemerkte ich noch wenig Einfluss auf die Bewegungen der Sporidien, obgleich es nicht zu verkennen war, dass die meisten derselben, welche früher an der Oberfläche des Wassers waren, dieselbe verliessen, und tiefer eintauchten. Als ich nach einer kleinen Pause das Pumpen wiederholte, und die Glasröhre sich mit grösseren und kleineren Luftbläschen zu beschlagen anfang, sah ich mehrere jener Sporidien lebhaft um die Luftbläschen herumtanzen. Jetzt bemerkte man auch, dass mit der zunehmenden Verdünnung der Luft die Sporidien nach abwärts gleiteten. Es war diess mehr eine passive Bewegung, und glich dem Untersinken kleiner Körperchen,

deren specifisches Gewicht etwas grösser als das des Wassers ist.

Obgleich die Mehrzahl der Sporidien diese sinkende Bewegung annahm, waren doch andere wieder, die sich gleichzeitig, lustig hin und her schwimmend, erhoben. Als aber das Auspumpen nach kleinen Intervallen immer wieder erneuert wurde, geschah das obbeschriebene Untersinken ganz regelmässig, so dass alle an der Oberfläche befindlichen Sporen gleichzeitig ihren Weg nach abwärts antraten. Mit dem Augenblick aber, als das Pumpen wieder eingestellt wurde, erhoben sich alle Sporidien, die früher bis an den Boden des Gefässes gelangten, fast munterer als zuvor wieder in die Höhe, und erreichten auf gleiche Weise wieder die Oberfläche des Wassers. Nachdem das Pumpen durch eine ganze Stunde fortgesetzt worden, bemerkte man noch immer kein Nachlassen der Bewegungsfähigkeit der Sporidien, und selbst nach zwei Stunden lebten noch einige von ihnen.

Am folgenden Tage hatten alle auf obige Weise behandelten Sporidien am Boden des Gefässes gekeimt, die Entwicklung war jedoch bei verschiedenen Individuen sehr ungleich. Indess wuchsen sie unaufhörlich weiter, und entwickelten innerhalb eilf Tagen zwei, mehrere Linien lange Fortsätze, die sich am zwanzigsten Tage, am Schlusse der Beobachtung, zwar noch um ein Bedeutendes verlängert hatten, ohne jedoch ein Zeichen von Fruchtbildung zu verrathen.

Ein ähnliches Resultat lieferte die Entziehung der Luft mittelst Auskochen des Wassers. Es wurde nämlich in einer Prouvette das Wasser durch eine Viertelstunde gekocht, und nachdem dasselbe wieder bis auf 10° R. abgekühlt war, mit mehreren Sporidien versehen. Sie schwammen äusserst munter über eine Stunde herum, starben nach und nach, und waren bevor anderthalb Stunden vergingen, alle todt, und grösstentheils auf dem Boden des Gefässes liegend.

Am anderen Tage keimten sämmtliche Sporidien, und entwickelten sich regelmässig fort, doch blieben sie, wie alle, welche vereinzelt lagen, blässer, und kamen selbst nach 25 Tagen noch nicht zur Bildung von Fruchtkeulen, wohl aber bemerkte man schon Zeichen der Auflösung. Im Ganzen waren diese in der Ausbildung jenen des ersten Versuches etwas zuvorgekommen.

Endlich hatte ich gleichzeitig noch einen dritten Versuch gemacht; ich sperrte die atmosphärische Luft von den Sporidien dadurch ganz ab, dass ich dieselben sammt Wasser in Haarröhrchen brachte, und diese an beiden Enden zuschmolz. Obwohl diess ohne alle Beleidigung geschehen konnte, so bemerkte man doch, dass die Bewegungen der Sporidien in solchen Röhrchen viel kürzer dauerten, als unter andern Umständen, auch konnte es nicht entgehen, dass der ganze Keimungs- und Entwicklungsvorgang, wenn auch nicht aufgehoben, doch auf's Aeusserste beschränkt war, denn nach 26 Tagen waren die Fortsätze noch nicht über eine Linie gewachsen. (Fig. 4). Dieser letztere Umstand liess sich zwar aus anderen Verhältnissen, und namentlich aus der Beengung durch die Gefässwände ableiten, doch haben Gegenversuche bei offenen Haarröhrchen gezeigt, dass sich die Fortsätze nichts desto weniger auszudehnen vermögen, wenn gleich diese Ausdehnung auch hier durch häufiges Entstehen von Aesten mehr als sonst aufgehalten war.

Aus Allem ergibt sich jedoch, dass die Luft, wenigstens in dem Maasse, als sie im Wasser enthalten ist, kein nothwendiges Vehikel weder des animalischen noch des bloss vegetativen Lebens der Sporidie ist. Wenn wir die Sporidie vor dem Aufhören ihrer Bewegungen vorzüglich die Oberfläche des Wassers suchen sehn, so möchte man glauben, dass vorzüglich der stärkere Einfluss der Luft daselbst dem animalen Leben der Sporidie ein Ende mache, so wie eben diese Wirkung anderseits das Keimen und die vegetative Entwicklung begünstige. Indess

sprechen die angestellten Versuche nicht zu Gunsten dieser Ansicht, indem durch Entziehung der atmosphärischen Luft das animale Leben eher kürzer als länger dauerte. Dasselbe ergibt sich auch aus anderen Versuchen mit verschlossenen Haarröhrchen, und es ist somit gewiss, dass die Entziehung der atmosphärischen Luft kein Mittel ist, um das animale Leben der Sporidie zu protrahiren.

XIII. B r i e f.

Einfluss des Lichtes auf das Leben der Sporidie.

Obgleich das Licht auf das vegetative, wie auf das animale Leben einen mächtigen Einfluss ausübt, so ist doch dieser neben den vielen andern Agentien nicht immer deutlich zu unterscheiden, und es war daher wohl der Mühe werth, hierüber ein Wesen zu befragen, das von der einen, so wie von der andern Seite von ihrem Reize afficirt, sehr bestimmte Aufschlüsse zu geben versprach. Es wurden daher Sporidien der *Vaucheria* vergleichungsweise mit solchen, die dem ungeschwächten Tageslichte ausgesetzt waren, sowohl verschiedenfarbigem Lichte exponirt, als dem Lichte ganz entzogen. Die Resultate dieser Versuche waren folgende.

Nachdem in mehrere Uhrgläser eine grössere Anzahl munter umherschwimmender Individuen so schnell als möglich gebracht war, wurde das eine mit einem Glassturze von violettem, ein zweites mit einem Sturze von grünem Glase bedeckt, und ein drittes wurde in eine genau schliessende Büchse von Blech gebracht. Von den 15 Individuen unter dem violetten Glase hatte im Verlaufe einer Stunde kein einziges mehr eine Bewegung gezeigt. Unter dem grünen Glase, so wie in der Dunkelheit war dasselbe zu beobachten, nur lebte in diesen beiden Fällen ein Individuum noch um eine Viertelstunde länger, so dass also zu ersehen war, die vollkommene oder minder vollkommene Entziehung des Lichtes wirke beschleunigend auf den

animalen Tod der Sporidie, obgleich die stufenweise Abnahme des Lichtes eben nicht mit dem entsprechenden Effecte begleitet war.

Noch deutlicher trat indess die Wirkung auf das vegetative Leben hervor, denn nachdem die Keimung gewöhnlich schon in Zeit von 12 Stunden eintrat, bemerkte man hier selbst nach Verlauf von 48 Stunden noch keine Spur davon. Um mich zu überzeugen, ob dadurch auch das vegetative Leben schon getödtet, oder ob es nur unterdrückt wurde, entfernte ich alle Hemmnisse des Lichteinflusses, und bemerkte bald die Entstehung von Fortsätzen, die in 24 Stunden bei den früher in Dunkelheit gehaltenen die Länge des Durchmessers der Sporidie, bei den übrigen hingegen meist die doppelte Länge derselben erlangten. Von hier an blieb jedoch die Entwicklung der früher unter violetter Bedeckung gestandenen Sporidien offenbar hinter den anderen zurück, denn während diese nach sieben Tagen schon 1 bis $1\frac{1}{2}$ ''' lange, und nach neun Tagen über 2''' lange, nach 15 Tagen 3''' lange, und nach 21 Tagen über $\frac{1}{2}$ Zoll lange Fortsätze getrieben hatten, waren jene nicht viel weiter, als nach den ersten 48 Stunden gekommen.

Da ich mich mit diesen Versuchen nicht ganz zufrieden stellte, so erneuerte ich dieselben unter der Modification, dass ich die einmal angewandte Bedeckung für die ganze Zeit der Beobachtung über den Sporidien liess. Die Dauer des animalen Lebens der Sporidien war unter Einwirkung von grünem Lichte am kürzesten, und betrug nur eine Stunde, dann folgte gelbes Licht, Finsterniss, violett, und endlich blau, bei welchen letzteren die Sporidien durch sieben Viertelstunden Bewegungen zeigten. Von mehr als 30 Individuen hatte am folgenden Tage in der Dunkelheit und unter gelbem Lichte kein einziges gekeimt, unter blauem und violetter Lichte keimten einige wenige, und unter grünem Lichte die meisten; es war demnach zu ersehen, dass letzteres eben so nachtheilig auf das animale

Leben der Sporidien wirkte, als es das vegetative Leben unterstützte. Am zweiten Tage hatten auch die unter gelbem Lichteinflusse, so wie die meisten übrigen gekeimt, mit Ausnahme der in der Finsterniss gehaltenen, welche nur bei drei Individuen Spuren von Fortsätzen erkennen liessen. Diese Fortsätze waren zwar grün gefärbt, allein das Chlorophyll war in krümelige Massen zusammengeballt.

Während nun die Entwicklung der Fortsätze bei den, unter gefärbtem Lichte gehaltenen, nicht wesentlich differirte, und am 4. Tage bis zu 1^{'''}, am 10. Tage mehr als 2^{'''}, am 16. Tage gar 5^{'''} lange Fortsätze (die beiden entgegengesetzten zusammengekommen) erschienen, waren unter den, dem Lichteinflusse [völlig entzogenen] Sporidien selbst nach zehn Tagen nur wenige zur Keimung gekommen. Ich setzte diese endlich dem Tageslichte aus, aber dasselbe äusserte jetzt kaum einen Einfluss, und selbst nach 16 Tagen war kaum die Hälfte dieser Sporidien mit Fortsätzen versehen, die überdiess verkümmert, kaum die Länge einer Linie erreichten.

XIV. B r i e f.

Wirkungen der Electricität auf das Leben der Sporidie.

Die Wirkung des elektrischen Stromes auf *Vaucheria clavata* ist eben so auffallend wie die des Lichtes auf die pflänzliche Natur derselben. Um diese zu erfahren, stellte ich folgende Versuche an. Ich baute mit 5, aus Zink und Kupfer bestehenden Platten von $6\frac{1}{2}$ Quadratzoll Oberfläche eine galvanische Säule, und setzte die feinen Verbindungsdrähte von Platin in ein Uhrglas, das mit Wasser gefüllt war. In dieses wurde eine grosse Zahl in vollster Bewegung befindlicher Sporidien mittelst Haarröhrchen nach und nach hineingebracht, und jedes derselben mit Hülfe einer einfachen Loupe stets im Auge behalten.

Wurden dieselben in einige Entfernung von den Drahtenden gebracht, so war die Wirkung nicht sonderlich auffallend. Dieselben bewegten sich wie zuvor im Glase und im Haarröhrchen nach allen Richtungen, und veränderten dieselben nach Gefallen. Je näher sie aber an die Leitungsdrähte gesetzt wurden, desto sichtlicher war die Wirkung auf die Bewegung. Schon in einer Entfernung von 2 bis 3 Linien waren die Sporidien plötzlich wie von einer Erstarrung befallen, ohne dass dabei in ihrem Aussehen eine Veränderung vorging. Sie blieben durch einige Secunden bis zu einer Minute unbeweglich, fingen an, sich wieder zu drehen, und bewegten sich endlich von jener Stelle mit der ihnen eigenen Munterkeit selbst in weitere Entfernungen. Noch näher an die Leitungsdrähte gebracht,

traten dieselben Erscheinungen ein, nur blieben dann die Sporen meist für immer unbeweglich, ohne dass jedoch jene Veränderungen eintraten, die wir sonst rücksichtlich der Form und Farbe der animalisch abgestorbenen Sporidien wahrnehmen.

Kamen die sich bewegenden Sporidien aus der Entfernung zufällig in die Nähe der Verbindungsdrähte, so traten augenblicklich wieder jene tetanischen Erscheinungen ein, von denen sie sich wieder erholten, oder die sie im andern Falle wohl auch in den Todesschlummer hinüberführten. Ich habe einige Aufmerksamkeit darauf verwendet, ob der positive oder der negative Pol verschiedene Wirkungen hervorbrächten, allein ich konnte keinen Unterschied wahrnehmen; es schien hier das Tödtende doch immer in der electricischen Spannung zu liegen, die von dem Wasser, worin sich die Sporidien bewegten, auf diese selbst übertragen wurde. Die Folge zeigte, dass damit in den meisten Fällen nur das animale Leben der Sporidien aufgehoben wurde, dass dagegen das vegetative ungeachtet einiger Beschränkungen dennoch fortbestand, denn es fand bei mehreren derselben ein retardirtes Keimen, ja selbst eine weitere, wenn gleich verkümmerte Entwicklung Statt.

Damit nicht zufriedengestellt, wiederholte ich nochmals den Versuch mit aller Präcision. Vier Individuen wurden durch einige Zeit einem starken electricischen Strome ausgesetzt, von denen zwei sich noch bewegten, als ich denselben unterbrach. Eines war sichtlich durch den positiven oder Zinkpol, ein anderes durch den negativen oder Kupferpol getödtet, und fast aufgelöst, die übrigen zwei blieben noch am Leben. Am folgenden Tage hatte zwar keines von allen vierten gekeimt, doch geschah diess später wenigstens an drei Individuen, welche in der Zeit von sechs Tagen anderthalb Linien lange Fortsätze erlangten. Ganz anders verhielt sich die Sache, als ich die sich an beiden Polen entwickelnden Gase, wenn auch nur auf kurze Zeit, auf die plötzlich dadurch getödteten Sporidien einwirken liess.

In diesem Falle erfolgte niemals eine Keimung.

Noch genauer glaubte ich endlich zu Werke zu gehen, wenn ich muntere Sporidien in Haarröhrchen brächte, und in beide Oeffnungen derselben die Verbindungsdrähte der galvanischen Säule führte. Die Resultate waren indess sehr ungleich, obgleich das Experiment stets auf eine und dieselbe Weise angestellt wurde, und gleich vor sich gehen musste. Zuweilen sah man nämlich die Sporidien auf der Stelle, gleichviel von welchem Pole afficirt, ruhig stehen bleiben und, wie betäubt, taumelnde Drehungen machen, wobei das untere Ende unbeweglich blieb, das obere sich in einem Kreise herumdrehte, die Länganaxe also eine conische Figur beschrieb; in einem andern Falle bewegte sich die Sporidie nach einem Pol hin, und von diesem ohne bedeutende Verzögerung zurück, und schwamm immer von einem Ende der Röhre zu dem andern, bis es endlich nach einer Stunde ruhig ward.

Alle Sporidien hatten später gekeimt, und in ihrer Entwicklung sah man kein besonderes Hinderniss eintreten, so dass man hätte vermuthen können, dass in diesem Falle keine Elektricitätswirkung Statt fand, wenn ich mich nicht überzeugt hätte, dass die Leitung unmöglich unterbrochen seyn konnte. Im Ganzen mögen aber letztere Versuche weniger entscheidend seyn, und die früher erlangten Resultate nicht aufheben, obgleich ich gegenwärtig noch nicht im Stande bin, eine Erklärung dieser Anomalie zu geben.

Hält man diese Erscheinungen mit jenen zusammen, welche Infusorien unter gleichen Umständen darbieten, so ist die Uebereinstimmung wirklich auffallend. Schon vor vielen Jahren hatte ich hierüber an dem bekannten *Stentor niger*, den ich in einem Alpensee von 6500 Pariser Fuss Höhe in so ungeheurer Menge fand, dass er das Wasser verdunkelte, angestellt. Ich theile hier die damals zu Papier gebrachten Notizen mit, und bemerke nur, dass ich mich der nämlichen Zinkkupferplatten

bediente, nur mit dem Unterschiede, dass ich in Ermangelung von Platindrähten Eisendrähte zur Schliessung der Kette anwenden musste.

Zuerst suchte ich auszumitteln, welche Wirkungen die verschiedene Grösse der elektrischen Spannung auf diese Thierchen auszuüben im Stande war. Demzufolge fing ich mit zwei Plattenpaaren an. Die dadurch erzeugte Spannung war nicht so gross, dass sichtlich eine Wasserzersetzung erfolgte; demungeachtet sah man nach Schliessung der Kette gar bald die Thierchen, welche in grosser Menge in demselben enthalten waren, vorzugsweise um den Kupferpol versammelt, während der Zinkpol mehr verlassen wurde. Die Thierchen schwammen zu dem Kupferpol, ohne hingerissen zu werden, und entfernten sich wieder von demselben, nachdem sie sich an dem Drahte angestreift hatten, freiwillig, und ohne sich wieder dahin zu begeben. Anderen, denen ein Lustgefühl dahin zu schwimmen anzusehen war, stiessen fast etwas unsanft an den Draht, entfernten sich aber eben so schnell wieder davon, und blieben etwas länger in seiner unmittelbaren Berührung, die ihnen wohl zu thun schien. In der Zeit von einer halben Stunde war die Versammlung um den gedachten Pol merklich grösser, und es liess sich zugleich bemerken, dass die Thierchen an der dem Lichte entgegengesetzten Seite des eingetauchten Drahtes lieber verweilten, und sich da sogar in Gestalt eines Ueberzuges an denselben anlegten. Ein Plattenpaar mehr hatte die beschriebene Wirkung nur verstärkt, ohne eine Nebenwirkung herbeigeführt zu haben. Mit vier Plattenpaaren war das Gewimmel um den Kupferpol gross. Es entwickelten sich nach und nach einige Luftblasen daselbst, die aber weder Infusorien tödteten noch betäubten, denn sie entfernten sich nach Aufhebung der Kette lustig von einander, was auch in den früheren Fällen schnell Statt hatte. Bei Anwendung von fünf Plattenpaaren war Licht- und Schattenseite des eingetauchten Drahtes von der Menge der

Infusorien in gleicher Dichtigkeit umschwärmt. Einzelne derselben entfernten sich, wenn sie einmal in der Nähe des Poles waren, nicht so leicht wieder davon, ja man sah sie in kleinen Entfernungen wirbelnde Bewegungen machen, und sich von Zeit zu Zeit wieder an den Pol begeben. Letztere wurden alle betäubt, und diejenigen in der grössten Nähe des Poles sogar getödtet.

Erst bei sechs Plattenpaaren sah man das herrliche Schauspiel der in Bogenzügen herbeieilenden Thierchen. Es war unstreitig die Curve einer Ellipse, von deren Brennpunct aus sich die Macht des contractiven Poles verbreitete. Rechts und links schwammen die Infusorien herbei; ja sie schienen vielmehr durch eine unsichtbare Kraft dahin geleitet zu werden, aber kein einziges wählte den kürzesten Weg. Merkwürdig schien mir, dass mitten im allgemeinen Zuge, der sich bis zu einem halben Zolle vom Pole weiter erstreckte, einzelne lebenskräftige Individuen sich in einer entgegengesetzte Richtung bewegten. Entfernte man den Zinkpol aus der Flüssigkeit, so sah man die um den Kupferpol versammelte Menge sich sogleich zerstreuen, aber die entferntesten in der genannten Curve daher schwimmenden setzten noch eine Zeit lang ihre Richtung fort, als ob die Wirkung der Electricität erst nach und nach im Wasser fortgepflanzt würde.

Bei sieben bis acht Plattenpaaren war die Wirkung noch schneller und auffallender. Wenn früher einzelne Infusorien sich durch Willkür den electrischen Wirkungen noch entziehen konnten, besonders wenn sie in einer Entfernung vom $-P$ verweilten, so war es jetzt nicht mehr leicht thunlich. That ich jetzt den $+P$ und $-P$ in einige Entfernung, so wurden am ersteren sichtbar die Infusorien abgestossen, so wie sie an dem letzteren angezogen wurden.

Nach der Grösse der Entfernung der beiden Pole war auch die Curve, in der die Infusorien zum $-P$ angezogen wurden,

verändert. Wurde der — *P*, wo schon mehrere Infusorien betäubt am Boden lagen, oder schwach oscillirend oder wirbelnd schwammen, oder endlich stille standen, etwas verrückt, so war die Kraft des contractiven Poles doch so mächtig, dass sie selbst die halb leblosen noch dahin zog. Vollkommen getödtete bewegten sich nicht von der Stelle.

Im Ganzen war die Bewegung nach den Entfernungen des Poles keine beschleunigte, sondern eine durchaus gleichmässige. Auch konnte man ungeachtet des regelmässigen Zuges, den die Kraft des Poles gebot, doch viele Willkür der Thierchen wahrnehmen, welche sowohl in der Art ihrer Rotationen, Kreisbewegungen, im Stillestehen und Umkehren, als im Entfernen von der bezeichneten Bahn, deutlich zu erkennen war. War der Leitungsdraht nur wenig unter die Oberfläche des Wassers gebracht, so drängten sie sich nicht an ihn, sondern versammelten sich nur in grösseren oder kleineren Abständen unter seinem Ende. Bei getödteten Infusorien, wo längst keine Ortsbewegung mehr Statt fand, waren die Cilien des Haarkranzes noch meist in Bewegung, was auch bei zerdrückten oder zertheilten Individuen der Fall war.

XV. Brief.

Einwirkung verschiedener chemischer Agentien auf das Leben der Sporidie.

Obgleich es im Voraus keinem Zweifel unterworfen war, dass Stoffe, welche überhaupt feindlich auf das organische Leben wirken, auch hier ihre nachtheiligen Folgen mit sich bringen würden, so glaubte ich doch mit gewissen Stoffen Versuche anstellen zu müssen, um zu erfahren, welcher Grad von Rückwirkung diesen zarten Organismen eigen ist.

Was Mineralsäuren und Alkalien betrifft, so erwiesen sich dieselben schon in den allerkleinsten Mengen tödtend. Dasselbe fand auch bei Anwendung der meisten Salze Statt. In der concentrirtesten Lösung von Kochsalz z. B. gingen alle Sporidien augenblicklich und für immer zu Grunde. Wurde dieselbe mit der Hälfte Wassers verdünnt, so starben auch jetzt die Sporidien sogleich, sie wurden dabei blass, zogen sich nicht in die Kugelform zusammen, und statt zu keimen, fand man sie in kurzer Zeit aufgesprungen und zerflossen.

Nur eine ganz geringe Menge dieses Salzes tödtete die Sporidien nicht sogleich, ja es geschah sogar, dass dieselben keimten.

Wurden in eine concentrirte Lösung von schwefelsaurem Morphin fröhlich schwimmende Keime gebracht, so hörten dieselben anfänglich zwar sich zu bewegen auf, nach Kurzem jedoch fingen sie ihre Bewegungen wieder an, tanzten aber dabei in so seltsamen Kreisen herum, als ob sie in einem Zustande von Betäubung wären.

Dieses Herumdrehen war eine sehr constante Erscheinung, und liess sich an jedem Individuum beobachten. Indess dauerten auch diese Bewegungen nicht lange, sondern gingen schon nach wenigen Minuten in Ruhe über. Versetzte ich dergleichen taumelnde Individuen in reines Wasser, so kehrten selten die normalen Bewegungen zurück. Nur diejenigen Individuen, welche augenblicklich aus der Morphinumlösung in's Wasser transferirt wurden, starben zwar auch, platzten aber nicht auf, obgleich auch jetzt ihre Keimkraft für immer zerstört war.

Es schien, dass das schwefelsaure Morphin vorzüglich auf den Inhalt der Sporidien einwirkt, denn es veränderte das Chlorophyll zu einer grünen Masse, in der man die Schleimkügelchen kaum mehr wahrnehmen konnte.

Noch kräftiger wirkte das Opiumextract. Schon die kleinste Dosis im Wasser gelöst, brachte Lähmungen in den Bewegungen und den Tod hervor. Eine Färbung des Wassers durch diesen Stoff, die kaum merklich war, äusserte schon ihre Wirkungen dahin, dass die Bewegungen minder rasch vor sich gingen, und in der Regel das animale Leben kürzer dauerte. Nach dem Aufhören desselben bemerkte man niemals jene Contraction zur Kugelform, wie sie im normalen Tode vor sich geht, sondern die Sporidie behielt ihre längliche oder eiförmige Gestalt bei; auch zeigte sich die Wirkung des Opiums oft schon, während sich die Sporidien noch bewegen, dadurch, dass der hintere dunklere Theil lichter wird. So getödtete Sporidien keimten, wenn sie bald in reines Wasser gebracht wurden; blieben sie aber im Opium-Extract, so schwollen sie nur an, wurden braun, und gingen endlich ganz zu Grunde.

Eine etwas concentrirte Lösung, die eine blass-weingelbe Farbe hatte, zeigte sich in Bezug auf Dauer der Bewegungsfähigkeit und Entfärbung des Hintertheiles der Sporidien in gleichem Grade wirksam. Auch hier hatte noch weniger eine Kei-

mung Statt; die Sporidien schwellen an, wurden braun, und zerplatzten zuletzt.

Die Einwirkung des Opiums auf die Bewegung der Cilien ist sehr auffallend, und am Besten geeignet, über ihre Natur Aufschlüsse zu ertheilen. Zerfällt eine lebende Sporidie in der Opiumlösung in Stücke, so kann man die an der Oberfläche sitzenden Haare nicht nur sehr gut erkennen, sondern dieselben auch in einer langsam unregelmässig hin und her schwankenden Bewegung wahrnehmen, die selbst an den kleinsten Stückchen noch bemerkbar ist. Rücksichtlich der Blausäure kann Folgendes gelten: Concentrirte Blausäure mit gleichen Theilen destillirten Wassers verdünnt, gab eine Flüssigkeit, in der die eingesetzten, munter schwimmenden Sporidien plötzlich bewegungslos wurden, ohne jedoch ihre ellipsoidische Gestalt dabei zu verändern; nur bemerkte man ein starkes Blässerwerden des Hintertheils. Bei mikroskopischer Betrachtung zeigte sich der Körperumfang nicht so gespannt, sondern uneben, und hier und da sogar etwas runzelig. Die Cilien waren deutlich sichtbar, und ihre Spitze eingebogen.

In derselben Flüssigkeit lebte eine $1\frac{1}{2}'''$ lange Larve eines Wasserinsektes ohne Störung fort. Jetzt verdünnte ich die Flüssigkeit durch Zusatz von sechsmal so viel Wasser, aber die getödteten Sporidien keimten dennoch nicht. Auch bei stärkerer Verdünnung waren, mit Ausnahme des nicht so plötzlich eintretenden animalen Todes die übrigen Erscheinungen dieselben.

XVI. B r i e f.

Die Organisation der Sporidien der *Vaucheria clavata* findet sich auch bei andern Algensporen.

Ich habe Dir jetzt die Entwicklungs- und Lebensgeschichte der *Vaucheria clavata* ausführlich, und mit Bezugnahme auf eine Menge von äusseren Umständen und Einflüssen beschrieben, so weit diess in jener kurzen Zeit (vom 17. März bis 20. April), die für die Beobachtung allein günstig ist, in Erfahrung zu bringen möglich war; es erübriget nur noch, zu sehen, ob nicht Wahrnehmungen der Art, oder doch ähnliche auch an anderen Algen gemacht worden sind, welche die Vermuthung erregen, dass ihnen dieselbe Ursache zum Grunde liege.

Ein Factum wie dieses, und wenn es auch vor der Hand noch so isolirt dastehen mag, lässt jedenfalls analoge Erscheinungen als vorhanden voraussetzen, und erweckt den Verdacht, dass nur Mangelhaftigkeit der Beobachtung die Schuld trägt, wesswegen wir es als eigenthümlich anzusehen genöthiget sind. In der That sind auch der Beobachtungen nicht wenige vorhanden, welche die Algensporidie mit Bewegungsfähigkeit begabt erweisen, ja folgt man dem Wege der Analogie, so lässt sich wohl ein grosser Theil der bekannten Algen in jene Abtheilung (*Zoospermeae*) bringen, deren ausgezeichnetster Character in eben dieser Bewegungsfähigkeit der Sporidien liegt.

Indess sind bisher aus den verschiedensten Abtheilungen der Classe der Algen, und selbst der Pilze, solche Bewegungen der Sporidien von mehreren Forschern beobachtet worden.

Meyen hat in seinen historisch-physiologischen Untersuchungen über selbstbewegliche Molecule der Materie, die er 1829 geschrieben, und in Robert Brown's vermischten Schriften, Bd. 4, abdrucken liess, den grössten Theil der bis zu jener Zeit bekannten Erfahrungen der Art zusammengestellt; es sind aber sehr wenige darunter, welche in der That die Algensporidie betreffen, indem man später viele für Pflanzen gehaltene Körper als Thiere erkannte. Derselbe hat nachträglich in seine Pflanzenphysiologie, Bd. 3, mehrere neue, später von ihm und andern beobachtete Thatsachen angeführt. Eben so findet sich bei L. C. Treviranus (Physiologie der Gewächse, Bd. 1, p. 20) eine Sammlung derlei Facta, besonders der älteren Literatur.

Wenn man jedoch diese meist von ausgezeichneten Forschern beobachteten Facta gehörig prüft, so muss man gestehen, dass es dennoch nur ganz wenige Thatsachen sind, welche mit einiger Sicherheit der Beweglichkeit der Sporidie von *Vaucheria clavata* verglichen werden können. Meist sind die Beobachtungen unvollständig, fragmentarisch, ohne genaue Vergleichung mit ähnlichen Erscheinungen, und ohne gehörige Erwägung der dabei einflussreichen Umstände gemacht, oder sie betreffen einen nicht genau bestimmten Gegenstand, und sind desshalb eben so unbrauchbar.

So viel ist indess gewiss, dass das Phänomen der Selbstbeweglichkeit der Sporidien sowohl den ungegliederten als den gegliederten Algen zukommt.

Eine sehr sonderbare wirbelnde sowohl als fortschreitende Bewegung an den losgetrennten Gliedern oder Schläuchen von *Hempelia mirabilis* beschreibt Meyen (Flora 1827, Bd. II., p. 715), obgleich dessen Angabe über die Beweglichkeit der Sporen, worunter er meist Conglomerate von lose zusammen hängenden Chlorophyllkörnern versteht, sowohl an dieser Pflanze, so wie an *Polysperma glomerata* (Nova Acta Acad. C. L. C.

V. XIV. P. II. p. 445. 599) sehr mangelhaft und unbestimmt bleiben. Namentlich wird nicht begreiflich, wie solche Sporen selbstständige Bewegungen ausführen sollten, ohne sich in ihre Elemente aufzulösen, da sie sich doch, wie Meyen ausdrücklich bemerkt, gerade zu bewegen aufhören, wenn sich um sie eine Membran gebildet hat.

Eben so zweifelhaft mussten die von Gruithusen an *Leptomitus ferax* (*Confera ferax*, *Saprolegmia molluscorum* (Nova Acta Acad. C. L. C. Tom. X. 1821); dessgleichen die von Bory und Gaillon an *Conferva comoides* Dillw. gemachten Beobachtungen angesehen werden. Aus den Gliedern dieser Pflanze soll nach Berstung der Haut ein Schwarm von bräunlichen Kügelchen hervorkommen, die gleich Infusorien nach allen Richtungen herumschwimmen. Die Querswände sämtlicher an einander stossenden Glieder springen nach und nach auf, und der bewegliche Inhalt dringt durch die entleerten Kammern in's Wasser.

Eben so beobachtete Goldfuss an *Ulva lubrica* das Trennen der Kügelchen von der Mutterpflanze und die Bewegungen derselben, was Agardh (Icones Algarum Europear. Lic. 2. N. 15) bestätigte.

Mit mehr Sicherheit darf *Draparnaldia plumosa* Agdh. (*Conferva mutabilis* Roth), und *Conferva compacta* Roth hier angeführt werden. Mertens (Weber und Mohr's Beiträge zur Naturkunde I. 1805. p. 348) erzählt, er habe frische Exemplare von *Conferva mutabilis*, welche mit Sporenmasse angefüllt war, Tags darauf von denselben entleert gefunden. Diese legte sich an die Seiten des Gefässes, und zeigte eine Bewegung, die erst nach einer Viertelstunde aufhörte. Dasselbe beobachtete Mertens auch an *Conferva compacta*.

Diese Beobachtungen wurden von L. C. Treviranus (Beiträge zur Pflanzenphysiologie. Vermischte Schriften B. II. p. 79) bestätigt. Im Jahre 1814 sah er, wie eines der Körper-

chen (*Spora*) von *Draparnaldia plumosa* Agdh., dessen drehender und gleichsam tanzender Bewegung er eine Zeit lang zugesehen hatte, plötzlich in den Zustand der Ruhe übergang, während andere noch ihre wälzenden Bewegungen fortsetzten.

Im März 1816 fand er an der *Conferva compacta*, die er im Glase beobachtete, schon nach vier Stunden eine Veränderung vor sich gehen. Es bildete sich im Wasser ein grüner Schein, der nach und nach in eine Wolke von dunkelgrüner Materie übergang, die aus Millionen kleiner rundlicher oder ovaler, mit der lebhaftesten Bewegung begabter organischer Monaden bestand. Dabei wurden die Glieder dieser Conferve leer, und endlich ganz wasserhell, und man konnte Oeffnungen in denselben wahrnehmen. Einmal sah Treviranus, wie ein Körnerklumpen, der sich aus seiner Umhüllung losgemacht, sich in bewegte Monaden auflöste, die sich schnell nach allen Richtungen verbreiteten. Diese Monaden zogen dem Schatten nach.

Es bleibt jedoch aus diesen Beobachtungen unentschieden, ob die Sporen massenweise aus den Gliedern dieser Conferve heraustraten, oder ob nur eine Sporidie sich in jedem Gliede bildete, und diese beim Heraustreten zerplatzte.

An einer der *Conferva compacta* gewiss sehr nahestehenden Art, der *Conferva zonata* Web. et Mohr, wenn nicht, wie Agardh jun. meint (Flora 1840. I. p. 134), Treviranus eben diese vor sich hatte, beobachtete ich während meines Aufenthaltes in Kitzbühel gleichfalls die Entleerung der Glieder von der Chlorophyllmasse und ihre Entwicklung zu jungen Pflänzchen über Nacht, ohne jedoch dieselben in Bewegung gesehen zu haben. Die Pflanze wurde aus einem Gebirgsbächlein in eine Tasse mit Wasser gestellt.

Die damals angefertigte Zeichnung und einige kurze Notizen lassen mir jedoch keinen Zweifel übrig, dass diese Pflanze wirklich in die Reihe derjenigen zu stellen ist, deren Sporen ähnliche Lebenserscheinungen wie die der *Vaucheria* offenbaren.

Chouin und Hoffmann-Bang haben das ganze Phänomen bei dieser Pflanze, wie ich erfahre, indess schon ausführlich beschrieben.

Nebst dieser sah ich schon im Jahre 1827 an *Zygnema condensatum* Agardh die austretende kugelige Sporidie durch eine kurze Zeit in Bewegung.

Gegen diese durchaus mehr oder weniger unbestimmten Wahrnehmungen über die Beweglichkeit der Algensporidie zeichnen sich die Beobachtungen J. G. Agardh's durch ihre Genauigkeit und Umständlichkeit sehr vortheilhaft aus. Derselbe hat mehrere hieher bezügliche Thatsachen im Jahre 1835 in den Acten der Academie der Wissenschaften zu Stockholm, und im Auszuge in den Ann. des scienc. nat. 2. Ser. T. VI. (1836) bekannt gemacht, die ich hier umständlicher anführen will.

Namentlich erzählt er von *Conferva aërea*, dass sich die grünen Körner, welche anfänglich die Innenwand der Glieder überziehen, von derselben lösen, und sich in eine elliptische oder kugelige Masse vereinigen, bald sich aber wieder von einander trennen, und dann eine wimmelnde Bewegung annehmen. Zu gleicher Zeit sehe man an einem Punkte die Membran des Gliedes anschwellen, und zu einer Warze werden, die aufspringt, und aus der Oeffnung die Körner heraustreten lässt. Die Körner, die er *Sporulae* nennt, beschreibt er folgender Massen: Sie haben eine längliche Figur, ein vorderes farbloses, mehr verschmälertes Ende, und einen kugeligen, dunkelgrünen Hintertheil. Das vordere, von ihm Schnabel genannte Ende, gehe bei'm Schwimmen immer voran, und er hält es für wahrscheinlich, dass durch die Vibration dieses Theiles die Bewegungen hervor gebracht werden, »denn,« setzt er hinzu, »il m'a toujours été impossible d'y trouver quelques cils. Toutefois je n'ose nier l'existence de ceux-ci, car à un très fort grossissement du microscope achromatique, on voit les granules entourés d'un rebord hyalin, come on les aperçoit

chez les infusoires ciliés, en employant une lentille trop faible.»

Die folgende Angabe, dass der sogenannte Schnabel mit dem Tode der Sporula sich nach der Seite krümme, und an den Körper anlege, und dann sammt dem Hintertheile eine kugelförmige Gestalt annehme, ist zwar nicht unwahrscheinlich, enthält aber so viel Eigenthümliches, dass eine wiederholte Beobachtung zu empfehlen ist.

Die Bewegung der Sporulen im Freien ist sehr rasch, und dauert 1 bis 2 Stunden. Sie halten sich gewöhnlicher am dunkeln Rande des Glases auf, obgleich sie oft weite Züge nach verschiedenen Richtungen unternehmen. Zuweilen scheinen sie zu ruhen, schlagen aber dabei immerfort mit ihrem Vorderende einen Wirbel (*en faisant vibrer le rostre en cercles rapides*).

Vor dem Tode sammeln sie sich in zahlloser Menge meist an der Oberfläche des Wassers, aber auch am Boden des Gefässes, um da zu keimen. Die Kugelgestalt der Sporen ändert sich dabei in die längliche Form, und geht sonach in einen einfachen Schlauch über, in dessen Innerem ein anfänglich durchsichtiger, später zu einer Scheidewand verhärtender Schleim die grüne Masse in zwei Theile trennt. Während das eine Ende sich immerfort vergrössert, und neue Glieder bildet, bleibt das andere durch eine wurzelähnliche Ausbreitung an irgend einem Gegenstande angeheftet.

Niemand wird in dieser Beschreibung der Lebenserscheinungen der *Conferva aërea*, und namentlich in der Charakteristik ihrer selbstbeweglichen Keime die grösste Uebereinstimmung mit jener der Sporen von *Vaucheria clavata* verkennen. Es möchte daher keineswegs gewagt seyn, zu behaupten, dass die Bewegungen jener Keime ebenfalls durch Cilien bewerkstelliget werden, zu deren Entdeckung Hr. Agardh sicherlich nicht mehr weit hatte.

Zwei andere, zu den Confervaceen gehörige Meeresalgen, an denen Agardh jun. ebenfalls selbstbewegliche Keime wahrnahm, sind *Ectocarpus tomentosus* und *Ectocarpus siliculosus* var. *atrovirens*. Die Sporulen hatten einen weniger spitzen Schnabel, jedoch eine eben so rasche, wo nicht raschere Bewegung, und kamen aus den Gliedern, die dadurch leer wurden, während die Früchte dieser Pflanzen ihr unverändertes Aussehen beibehielten.

Auch bei den Ulvaceen liess sich dasselbe Phänomen erkennen. Ihre Sporulen, die in den einzelnen Zellen zu 5 bis 6 vorhanden, und zuweilen von ungleicher Grösse sind, entschlüpfen durch eine Oeffnung an der Oberfläche derselben, und bewegen sich ganz so, wie die der früher genannten Confervaceen. Ihr Schnabel, der beim Schwimmen vorangeht, ist minder spitzig, und von dem übrigen Körper weniger unterschieden. Namentlich hat Agardh an *Ulva clathrata* das Austreten der Sporulen selbst, so wie das Keimen beobachtet, das auch in diesem Falle anfänglich nur aus einer einfachen Längenausdehnung, d. i. in einer Schlauchbildung bestand.

Eine andere Ulvacee mit einem ungegliederten, nur an der Spitze verzweigten Schlauche, *Bryopsis Arbuscula*, zeigte ganz dasselbe. Die anfänglich an der Innenwand fest anliegenden Körner machen sich von derselben los, und ziehen durch die ganze Länge des Schlauches, der von dem Stamme durch eine Strictur zum Theile gesondert ist. Nun entsteht auch hier an der Oberfläche eine kleine Warze, aus deren Oeffnung die Sporulen heraustreten, und sich wie die anderen selbstständig bewegen. Agardh beschreibt letztere gleichfalls mit einem spitzigen farbelosen Vorderende, welches durch seine Vibrationen die Bewegungen verursacht, und bildet diesen sogenannten Schnabel sogar l. c. T. XII. fig. 20 im Momente der Umbiegung ab. Nachdem sie auf diese Weise durch einige Stunden herumgeschwommen, ziehen sie sich nach dem Schatten des

Gefässes, und fangen an zu keimen. Die Ausdehnung und Verlängerung der Kugelgestalt geschieht dabei an einer oder an zwei Stellen. Das eine Ende schwillt endlich an, heftet sich an nahe liegende Gegenstände fest, und wird so zum Wurzelende, während das andere Ende sich verlängert und verzweigt. Erst nach sechs Wochen erreicht das Pflänzchen die Länge einer Linie.

Später hat Agardh in denselben Acten (Kongl. Vetensk. Acad. Handling för aor 1837. Flora 1840. Bd. 1. p. 129) auch noch ähnliche Bewegungen der Sporen von *Draparnaldia tenuis*, und ihr Keimen beschrieben.

Indem ich mehrere andere, von verschiedenen Beobachtern herrührende Erzählungen über Bewegungen der Keime mannigfaltiger, obgleich wahrer Pflanzen als minder zuverlässige Angaben übergehe, dürfte es jedoch schon aus dem Ueberblicke der hier zusammengestellten Thatsachen hinlänglich ersichtlich seyn, dass das Phänomen der Selbstbeweglichkeit der Keime keineswegs auf eine oder die andere Algenform beschränkt, sondern dass es eine in sehr differenten Algengruppen vorkommende Erscheinung sey, und daher jedenfalls eine allgemeine Bedeutung gewinnt. Dass hiebei oft sehr nahe mit den oben angeführten Arten verwandte Algen nichts Aehnliches bemerken liessen, kann uns um so weniger wundern, als gewisse Erscheinungen auch in andern Fällen nur in wenigen Arten ihre volle Entwicklung erreichen.

Aus dem Ganzen ist aber zugleich ersichtlich, dass ungeachtet der verschiedenen Modificationen, die diese Erscheinung bei verschiedenen Algenformen nothwendig annehmen muss, sich im Wesentlichen doch eine grosse Uebereinstimmung zeigt, so dass ich nicht fehlzuschliessen glaube, wenn ich für alle eine und dieselbe Grundursache, und eine gleiche Beschaffenheit der Natur der Keime voraussetze; eine Beschaffenheit, die mit jener der *Vaucheria* vollkommen im Einklange ist.

XVII. B r i e f.

Die Keime der *Vaucheria* u. s. w. sind thierische Embryonen.

Die Sache liegt nur zur Entscheidung vor, aber erlaube mir vorerst, Dich noch auf einige Umstände bei Beurtheilung dieses für die Physiologie so wichtigen Gegenstandes aufmerksam zu machen, die nothwendig früher berücksichtigt werden müssen, bevor man im Stande ist, die wahre Bedeutung dieses sonderbaren Factums zum Verständnisse zu bringen.

Es fragt sich zuerst, ob diese Bildung selbstbeweglicher Keime mit der Fruchtbildung, wie wir sie allenthalben im Gewächsreiche finden, zusammengestellt werden dürfe, oder ob sie vielmehr eine ganz eigenartige Erscheinung genannt zu werden verdient. Die Sache ist nicht so leicht zu entscheiden, als sie scheint, auch weiss ich nur zu gut, dass ich mich hiebei auf ein Feld wage, wo man bisher nichts weniger als sicher orientirt ist.

Die Vaucherien haben fast durchaus eigene fruchtbildende Organe, die zur Seite des Schlauches oder ihrer Aeste entstehen, und für nichts anderes, als besondere Aussackungen desselben anzusehen sind. Die Entwicklung der sich in ihnen bildenden Samen oder Sporen zu Pflanzen derselben Art ist bei mehreren Vaucherien beobachtet worden. Davon weicht jedoch *Vaucheria clavata* darin ab, dass solche Fruchtorgane bei ihr nicht vorkommen. — Eine eigentliche Fruchtbildung ist bei der Gattung *Ulva* gleichfalls nicht beobachtet. Dagegen zeigen

einige Confervaceen, und namentlich die Gattung *Ectocarpus* das Eigenthümliche, dass nebst wahren Früchten noch selbstbewegliche Keime gebildet werden, welche auf jene keinen Einfluss nehmen. Diese beweglichen Keime sind demnach keineswegs für wahre Fruchtbildungen anzusehen; sie gehören aber auch nicht in die Kategorie der Brutkörner oder Gemmen, die aus einzelnen oder gruppenweise vereinigten, von der Substanz der Pflanze sich trennenden Zellen bestehen. Die selbstbeweglichen Sporen sind offenbar ein Product von Mutterzellen, sind also schon darum der Fruchtbildung näher verwandt, und wie die Sporen der cryptogamischen und der Pollen der phanerogamischen Pflanzen als Embryonen zu betrachten.

Der Unterschied ist bezüglich der Bildungsnorm nur der, dass in den meisten Fällen 4 . . . Zellen, hier aber nur eine einzige in der Mutterzelle entsteht. Indess darf uns diess nicht befremden, da gerade bei einer grossen Anzahl der Algenfrüchte derselbe Fall vorkommt. Bei allen von Decaisne als Aplosporeen zusammengefassten Algen finden sich ganz ähnliche Fruchtkeulen, wie bei der *Vaucheria*, nur sind sie hier bei zusammengesetzten Pflanzen in besonderen Massen (*conceptaculis*) vereinigt, und mit unfruchtbar bleibenden Schläuchen untermischt.

Auf der andern Seite unterscheiden sich die beweglichen Keime aber sehr auffallend von gewöhnlichen Sporen durch ihre Organisation, und namentlich durch die Beschaffenheit ihrer Oberhaut, die mehr den Character thierischer als pflanzlicher Bildungen annimmt, und daher auch nicht als Pflanzenmembran, sondern als wahres Epithelium erscheint. Nehmen wir bei allen mit Selbstbeweglichkeit begabten Keimen dieselbe Organisation der Körperoberfläche wie bei *Vaucheria clavata* an, wozu wir nach Vorstehendem allerdings berechtigt sind, so müssen wir erkennen, dass diese Bildung nicht etwa eine isolirt dastehende, sondern mit der Wesenheit dieser Gewächse in einem engeren Verbande stehende Eigenthümlichkeit sey.

Gehen wir in der Vergleichung weiter, und nehmen wir insbesondere Rücksicht, ob uns nicht ähnliche Verhältnisse im angränzenden Gebiete thierischer Organisation aufstossen, so müssen wir zugestehen, dass sich nicht nur von einer, sondern von mehreren Seiten her Analogien herausstellen, die wir nicht abzuweisen vermögen.

Betrachten wir einmal das Material, die Stoffe, welche gewiss, offenbar thierischen Bildungen zum Grunde liegen, oder doch einen namhaften Antheil ihres Leibes ausmachen, so begegnen uns hier auf eine überraschende Weise Stoffe, die wir gewohnt sind, nur als constituirende Theile pflanzlicher Organismen zu betrachten. Ich zähle dahin Schleim, Amylum und Chlorophyll. Alle diese Stoffe lassen sich eben so im thierischen Körper nachweisen, wie im pflanzlichen. Was den Schleim betrifft, so übergehe ich denselben, weil er weniger durch chemische als durch seine physikalischen Eigenschaften sich überall erkenntlich macht. Dass Amylum in Thieren vorkommt, lässt sich leicht nachweisen. Schon Meyen bemerkte, dass im *Closterium Lunula*, im *Scenedesmus magnus*, und im *Euastrum*, Thiere, die derselbe noch für Pflanzen hielt, besonders im Frühjahre Amylum vorkomme, dass dasselbe in Kügelchen geformt, oft ganz das Innere dieser Körper erfülle, und zuweilen Molekularbewegung annehme. Ich kann diess nicht nur bestätigen, sondern füge noch bei, dass namentlich bei erstgenannten das Amylum ganz in der Form wie in vielen Algen erscheint, nämlich in Kügelchen, die mit Chlorophyll überzogen sind. Entfernt man daher durch Alcohol den Farbstoff, und löset man das Amylum durch Aetzkali auf, so wird nachher bei Anwendung von Jod der ganze Inhalt dieses Panzerinfusoriums blau. Dasselbe gilt auch vom Chlorophyll. Die grüne Farbe so vieler polygastrischer Infusorien rührt von demselben Farbstoffe her, der der Pflanze die grüne Farbe ertheilt.

Es darf uns daher um so weniger befremden, bei der pflanzlichen Abstammung der selbstbewegten Keime von *Vaucheria* in ihnen Stoffe zu finden, die vorzüglich dem Pflanzenkörper angehören; aber es kann uns eben so wenig in den Sinn kommen, in diesem Umstande ein Argument für die pflanzliche Natur dieser Körper zu finden.

Welches sind aber die Thierformen, höre ich Dich fragen, mit welchen die genannten Sporidien zunächst übereinkommen? Wir würden sicherlich vergeblich herumsuchen, wollten wir etwa in dieser oder jener Classe der niederen Thiere ein Analogon finden. Hierin eben lag der Fehler, den man bisher beging, dass man diese beweglichen Keime der Algen mit den für am einfachsten gehaltenen polygastrischen Infusorien verglich, mit welchen sie schon darum nicht übereinkommen können, weil bei ihnen das Daseyn einer Mundöffnung und eines Dauungsschlauches entweder direct nachgewiesen, oder doch mit Grund postulirt werden kann.

Wir besitzen jedoch noch andere thierische Wesen, denen das Merkmal einer Mundöffnung nicht zukommt, obgleich sie nichts desto weniger als solche anerkannt werden müssen. Diess sind die Embryonen einer grossen Menge sehr verschieden organisirter Thiere. Betrachten wir die Embryonen der Polypen, der Acalephen, der Molluscen und mehrerer anderer Classen wirbelloser Thiere, so werden wir rücksichtlich ihrer Organisation und Lebensweise eine so auffallende Uebereinstimmung mit den Keimen obgedachter Algen wahrnehmen, dass man eher versucht würde, diese Pflanzen für Polypenstöcke u. s. w. zu halten, und die vermeintlichen Gewächse für Thiere zu erklären, als einen wesentlichen Unterschied zwischen ihren Keimen anzunehmen. Abgesehen davon, dass schon in den Tracht der Polypen viele Aehnlichkeit mit pflanzlichen Formen liegt, so spricht sich diese noch mehr in der Fortpflanzung aus. Betrachten wir z. B. die Fortpflanzung der Sertularinen, wie sie dieselbe

Meyen (Nova Acta Acad. C. L. C. T. XVI. Suppl. I. 1834) und ganz vortrefflich vor Kurzem (Verhandlungen d. königl. Schwed. Academ. f. d. Jahr 1835, übersetzt im Archiv für Naturgeschichte, Jahrg. III. B. I. 1837. p. 250. 190), S. L. Löwén mitgetheilt hat, so finden wir ausser der Uebereinstimmung in der Organisation ihrer Embryonen auch im Entbindungsvorgange, in den Lebenserscheinungen und in der Art und Weise der weiteren Entwicklung derselben so viel Vergleichungspuncte, dass es unmöglich ist, ihre nahe Verwandtschaft zu verkennen.

Die Embryonen der *Campanularia geniculata* (*Sertularia geniculata* Müll.) sind längliche cylindrische oder birnförmige, von einer zarten Haut vollkommen geschlossene, schlauchähnliche Körper ohne Mundöffnung und ohne die geringste Spur einer Organisation im Innern. Ihre Oberfläche ist mit ungemein zahlreichen feinen Flimmerhaaren bedeckt, wodurch sie in den Stand gesetzt sind, rasche Bewegungen vorzunehmen, wie Infusorien im Wasser herumzuschwimmen, und jene Stelle auszusuchen, die für ihre fernere Entwicklung am zweckmässigsten ist. Nach diesem kurzen infusoriellen Zustande erlangen sie eine scheibenförmige Gestalt, setzen sich an einen Gegenstand fest, und treiben einen schlauchartigen Fortsatz, der im Anfange von jenem der keimenden Algensporidie der Form nach nicht einmal verschieden ist. Damit tritt das Thier erst in das zweite Stadium seines Lebens, in das Polypenstadium ein, wo erst nach der Hand die Organe der Reproduction gebildet werden.

Ganz so verhält es sich mit den Embryonen der Medusen nach Ehrenberg's, Siebold's (Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere, Danzig 1839), und vorzugsweise nach M. Sars' Beobachtungen mit *Medusa aurita* und *Cyanea capillata* (Archiv für Naturgesch. Jahrg. 7. 1841. p. 9. sqq.). Sobald dieselben die Mutterarme verlassen, sind sie

kaum mehr als punctgrosse ovale oder birnförmige, etwas zusammengedrückte Körperchen, ohne Mundöffnung und ohne Spur von Organisation im Innern. Der Körper ist weich, besteht bloss aus einem sehr feinkörnigen Gewebe, und scheint inwendig eine grosse Höhle von derselben Form, wie die der Körpercontour zu haben. Dicht stehende Flimmerhaare bedecken die ganze Oberfläche des Körpers gleichförmig, und erlauben demselben Bewegungen nach allen Seiten, und in der Art, wie Infusorien auszuführen.

Bei dem Schwimmen drehen sie sich häufig um, ihre Längsaxe und das stumpfe Ende geht voran.

Erst nachdem die Periode ihres infusoriellen Lebens abgelaufen, setzen sie sich mit dem Vorderende fest, erlangen nach unten einen stielartigen Fortsatz, während an der entgegengesetzten Fläche eine von Tentakeln umgebene Vertiefung erscheint, die sich zum Mund und zum Magen erweitert, und damit werden sie zu Polypen, die Zweige treiben, und sich sowohl durch diese als durch Quertheilung fortpflanzen. Nur die durch Quertheilung entstehenden Jungen erlangen die Form und Organisation der Acalephen.

Nicht sehr verschieden, obgleich weniger genau bekannt, dürfte der Embryonalzustand noch mehrerer anderer wirbelloser Thiere seyn, wenigstens lebt der Embryo der Mollusken gleichfalls ein infusorielles Leben ohne Aufnahme der Nahrungsmittel durch besondere Organe als durch die Endosmose seiner Haut, die gleichfalls noch Flimmerhaare trägt.

Wer möchte nach solchen Vergleichen nicht zu dem Schlusse gelangen, die selbstbewegliche Sporidie der *Vaucheria clavata* und der genannten Algen überhaupt sey in der That ein thierischer Embryo, der sich von dem Embryo anderer Thiere nur durch seine Abkunft und sein Ziel, durch sein Daher und Dahin unterscheidet.

Das ganze Wunderbare der Sache liegt nur in dem ephemeren thierischen Leben, das nicht Kraft genug besitzt, auf der einmal erlangten Bildungsstufe, auf die es gelangt ist, weiter fortzuschreiten, sondern sich gleichsam begnügen muss, nur momentan zur Seligkeit höherer Natur zu gelangen.

XVIII. B r i e f.

Rückblick. Folgerungen.

Ueberblicken wir noch einmal das Ganze der Erscheinungen, und die auf dieselben gegründeten Folgerungen, so lässt sich diess in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Die *Vaucheria clavata* Agdh. (*Ectosperma clavata* Vauch.) ist, nach allen ihren Eigenschaften betrachtet, eine Pflanze, die zu zahlreichen Individuen vereinigt, in Form kleiner Rasen die Oberfläche der Steine fließender Gewässer des mittleren Europa's überzieht. Sie besteht im entwickelten Zustande aus einem verzweigten ungegliederten Schlauche von 0,0037 W. Zoll Durchmesser, der nach oben fortwächst, während er nach unten allmählig abstirbt und sich auflöst, und in dieser Art vom Ausgange des Winters durch den Frühling, Sommer, Herbst und Winter bis zum kommenden Frühjahre fortlebt.

2. Der Schlauch besteht aus einer zarten vegetabilischen Membran, deren Innenwand mehr oder weniger dicht mit runden oder länglichen Kügelchen von erhärtetem, mit Chlorophyll überzogenem Schleim bedeckt ist, wodurch die ganze Pflanze eine lebhaft grüne Farbe erlangt. Das Innere des Schlauches erfüllt ein flüssiger, etwas granulöser Schleim, an dem eben so wenig, wie an den Chlorophyllkügelchen, eine Bewegung wahrzunehmen ist.

3. Unter geeigneten Licht- und Temperatureinflüssen geht an der Spitze des Schlauches und seiner Zweige eine eigenthümliche Veränderung vor sich, welche die grösste Uebereinstimmung mit der Sporenbildung einfach organisirter Pflanzen hat. Es entsteht nämlich unter der Spitze der Endtriebe in dem ursprünglich einfachen Schlauche eine Querwand, welche sehr dünn ist, und den oberen kleineren Theil von dem übrigen Raume des Schlauches trennt. Nur in der oberen Abtheilung geht aus einer ungefärbten, schleimig-körnigen Substanz die Bildung eines an die ursprüngliche Haut sich anschmiegenden Schlauches vor sich.

4. Die Entwicklung dieses in dem Endtheile eingeschlossenen Schlauches erfolgt in der Art aller Sporenbildung in Mutterzellen, doch erreicht derselbe eine höhere Organisation dadurch, dass derselbe, statt aus einer einfachen vegetabilen Membran, aus einem Flimmerepithelium gebildet wird. Im Schlauche selbst oder im Innern der sogenannten Sporidie ist nur eine geringe Spur von Organisation zu erkennen.

5. Durch Anschwellung der reifenden Sporidie gleichzeitig mit der Verdünnung der Spitze des Mutterschlauches durch Resorption, berstet diese, und die Sporidie drängt sich durch die enge Oeffnung eigenmächtig, und endlich sogar in drehender Bewegung heraus. Dieser Vorgang, der gewisser Massen einer Entbindung zu vergleichen ist, dauert wenige Minuten.

6. Nachdem sich die Sporidie auf eine selbstständige Weise entfernte, und so eine leere Kammer zurückgelassen, dehnt sich die Querwand aus, und bildet sich weiter zu einem sackförmigen Fortsatz, oder eine solche Aussackung findet unmittelbar unter der Querwand Statt. In beiden Fällen hat sich der ursprüngliche Schlauch auf diese Weise verlängert.

7. Obschon in einer geringen Ausdehnung, geht derselbe Sporenbildungsprocess auch in diesen jüngeren Fortsätzen vor sich, der gleichfalls mit dem Austreten einer Sporidie schliesst.

Ganz derselbe Vorgang wiederholt sich noch ein drittes Mal. Natürlich werden die Durchmesser der Schläuche immer kleiner, und als Folge davon nimmt auch die Grösse der erzeugten Sporidien im gleichen Maasse ab.

8. Die Sporidie ist ein ovaler oder elliptischer Körper, der vom Mutterschlauche befreit, sich nach allen Richtungen frei im Wasser bewegt, und wie ein Thier herumschwimmt. Ein mit schwingenden Cilien gleichförmig besetztes Epithelium umschliesst einen zum Theil in Blasenräumen sich organisirenden Schleim, und ist an der Innenseite mit zahlreichen Schleimkügelchen, die einen Anflug von Chlorophyll besitzen, überzogen. An dem lichterem Vordertheile sind diese grünen Kügelchen viel sparsamer als am Hintertheile, so wie umgekehrt die Blasenräume vorne viel häufiger als hinten vorzukommen scheinen, wo sie durch Chlorophyllkügelchen ersetzt werden. Von einem Zellkerne ist keine Spur vorhanden.

9. Die Bewegungen der Sporidien sind rotirend um die lange Axe von links nach rechts, und zugleich fortschreitend, beides durch die äusserst raschen Vibrationen der Cilien bedingt. Momente der Ruhe wechseln nach Willkühr mit Bewegungen ab, die im Ganzen durch zwei Stunden dauern.

10. Mit dem Aufhören der Bewegungen verändert sich das Ellipsoid in die Kugelgestalt, die Färbung vertheilt sich gleichmässig, und die glasartige Durchsichtigkeit des Epitheliums verwandelt sich in eine zarte, homogene Pflanzenmembran. In weniger als zwölf Stunden verlängert sich die Blase durch unmittelbare Aussackung an einer oder an zwei Stellen zugleich, und es treten damit die Erscheinungen des Keimens ein.

10. Die Entwicklung der Schläuche fährt rasch fort. Es bildet sich einerseits ein Wurzelgebilde, wodurch das Pflänzchen sich fest setzt, während der andere Fortsatz sich verlängert, verzweigt, und innerhalb vierzehn Tagen zur gleichen Sporenbildung gelangt.

12. Durch kein Mittel lässt sich das selbstbewegliche Leben dieser Keime verlängern. Versuche zeigten vielmehr, dass dasselbe sehr hinfällig, und schon durch die schwächsten dynamischen und chemischen Einwirkungen von Aussen aufgehoben, ja selbst die vegetative Lebenskraft zuweilen vernichtet wird. Eine Temperatur von 0° R. bis 15° R. ist denselben angemessen; ein mehr tödtet sie schon.

Das Licht wirkt weder protrahirend noch verkürzend auf das animalische Leben ein. Dagegen zeigt sich gänzlicher Mangel desselben hemmend auf den Keimungsprocess, so wie denselben das grüne Licht zu unterstützen scheint. Säuren, Alkalien, Salze wirken schon in der kleinsten Menge zerstörend; eben so heben die Narcotica sowohl die Bewegungsfähigkeit als das Keimungsvermögen auf. Ein schwacher electricischer Strom betäubt sie, und bringt Unordnungen in den Bewegungen hervor; ein stärkerer tödtet sie sogleich.

13. Die Selbstbeweglichkeit der Keime der *Vaucheria* ist kein isolirt dastehendes Factum. Einer ganzen Reihe von Algen (*Zoospermeae*) sowohl gegliederten als ungegliederten kommt diese Eigenschaft zu, und es ist aus den vorhandenen Beobachtungen zu ersehen, dass dieser Erscheinung überall dieselben Organisationsverhältnisse zum Grunde liegen. Vergleichende Untersuchungen zeigen, dass diese beweglichen Keime als Keimkörner angesehen werden müssen, denen die in den Mutterzellen zu vier sich entwickelnden Sphärosporen der *Fucoideen* an die Seite zu stellen sind.

14. Von einer andern Seite betrachtet, sind diese Keime aber auch aus dem Thierreiche nicht auszuschliessen, wohin sie vorzüglich ihre, nur thierischen Organismen zukommende Beschaffenheit der Haut, die Willkürlichkeit der Bewegungen, und das Verhalten gegen Reize stellen.

15. Weder der Mangel einer Mundöffnung und eines Dauungsapparates, noch das Vorhandenseyn von Schleim und

Chlorophyll kann gegen die thierische Natur dieser Keime sprechen, da wir thierische Wesen ohne die Ersteren, und häufig mit Bestandtheilen wahrnehmen, die sonst nur den Pflanzen zukommen.

Unter allen thierischen Bildungen stehen ihnen die Embryone der niederen Classen wirbelloser Thiere am nächsten, und sind, strenge genommen, von denselben bis jetzt durch kein scharfes, durchgreifendes Merkmal zu unterscheiden.

16. Wir folgern also, dass die Keime der *Vaucheria*, und verwandter Algen überhaupt, thierische Embryonen sind, welche sich über diese Lebensstufe nicht zu erheben vermögen, und nach kurzer Dauer die Pflanzennatur wieder annehmen, aus der sie hervorgegangen.

Ich schliesse diese Betrachtungen mit der einfachen Frage, was die Natur wohl mit dieser sonderbaren, von dem gewöhnlichen Gange der Erscheinungen, nach unserem Dafürhalten so abweichenden Einrichtung bezweckte?

Nur eines könnte uns, wenn wir die Sache noch etwas weiter verfolgen, vielleicht auf die rechte Idee bringen.

In allen Erscheinungen der Natur spricht sich ein verständiger Sinn aus; nirgends geschieht etwas halb, sondern ist von Ursachen bedingt und führt zu Zwecken. Dieselbe Gesetzmässigkeit liegt auch in der Lebensweise der Algen offen da. Die *Fucoideen* haben zweierlei Fortpflanzungskeime, die sie zur Zeit ihrer Reife ausstreuen. Beide fallen sogleich zu Boden, keimen auf demselben, pflanzen das Individuum fort, und erhalten so die Gattung. Der Lichtmangel am Grunde des Bodens verhindert sie nicht in der Function des Keimens und der weiteren Entwicklung. Bei den *Vaucherien*, und wahrscheinlich bei allen *Zoospermeen*, ist der Lichtmangel bei den darüber ange-

stellten Versuchen absolut hinderlich für ihre Entwicklung. Sollte die Natur die sonst für immer verlornen Keime nicht schon deshalb mit jenen leichten Schwingen, die sie dem Lichte stets näher bringen, versehen haben, um einer Inconsequenz zu entgehen?

Lieber Freund! denke darüber, was Du willst; so viel ist indess gewiss, dass uns durch dieses Factum die Augen wirklich über manche Punkte geöffnet werden, und dass namentlich in der Theorie der Zeugung eine zu ängstliche Betrachtungsweise verbannt werden muss. Die Pflanze kann thierzeugend auftreten, das ist sicher, und wenn sie diess kann, was hindert mich zu sagen, dass sie diess Werk nicht öfter thut und öfter that; was hindert mich zu vermuthen, dass endlich das ganze Thierreich, und selbst der Mensch eine Ausgeburt der Pflanzenwelt sey?

Weisst Du etwas Sicheres, woher das Thier und die Manigfaltigkeit thierischer Wesen stammt? Kannst Du über den Ursprung des Menschen auch nur ein Beiläufiges angeben? Und wenn Du es nicht kannst, warum zuckst Du die Achsel, wenn ich die Behauptung, welche schon Oken so treffend aussprach, wage: die Pflanzenwelt sey die Gebärmutter der Thierwelt?

Ein Schritt weiter; kein anderer, als den die Pflanze bereits that, — nur eine Einstülpung der Blase, — und das Thier steht fertig da, und ist auch für immer in seiner Existenz gesichert. Nach der Geburt des sich weiter entwickelnden Thierembryo's musste zwar jener Theil der Pflanze, der zunächst die Rolle des Uterus, des Eierstockes oder der Fruchtblase spielte, als unnütz abgeworfen werden, doch ist nicht denkbar, dass nach solchem Acte die Pflanze selbst darüber zu Grunde ging; im Gegentheile musste sie auch fürder auf das Leben der thierischen Keime influenziren. Was ist wohl natürlicher, als dass der schwache thierische Keim gerade in dem mütterlichen Organis-

mus die weitere Bedingung seiner materiellen Existenz suchte, dass er zur Pflanze zurückkehrte, und eben da die einzige, ihm angemessene Nahrung fand. Das Thier in seiner individuellen Fortdauer, durch das Bedürfniss der Nahrung geleitet, musste sich an die ewig verjüngende Mutterbrust der Pflanzenwelt anhängen.

Pflanzen und Thiere stehen sich also nach dieser Vorstellung näher als man gewöhnlich annimmt, und ich sehe wenigstens nichts Widersprechendes darin, die Thierwelt als die Zweitgeburt der schöpferischen Allmacht zu betrachten, der die Pflanzenwelt vorausgehen musste.

Erwarte jetzt noch nicht Belege für diese Ansicht in unseren palaeontologischen Erfahrungen zu finden; sie sind zu wenig und zu unbedeutend, als dass sie uns als Argumente dienen könnten; doch gebe ich die Hoffnung nicht auf, dass sie uns dereinst auch über dieses Räthsel einen Aufschluss ertheilen, und so das harmonische Verhältniss zwischen Pflanzen- und Thierwelt, das wir in jeder Beziehung so sehr bewundern müssen, zur wahren Einsicht bringen werden.



Erklärung der Abbildungen.

Vergrößerungen der Figuren 1 bis 4:				3mal im Durchmesser			
—	—	—	5 — 14:	240	—	—	—
—	—	—	15 u. 16:	600	—	—	—
—	—	—	17:	1200	—	—	—
—	—	—	18 u. 19:	240	—	—	—
—	—	—	20 bis 22:	150	—	—	—

Fig. 1. Ein Individuum von *Vaucheria clavata* aus einem Rasen herausgenommen. Zwei Zweige haben an der Spitze Fruchtkellen entwickelt, während der untere Theil der Pflanze entleert, und zum Theil in Fäulniss übergegangen ist.

Fig. 2. Ein Individuum derselben Pflanze in einer Schale mit Wasser gezogen. Man erkennt noch die Sporidie, woraus sich die Fortsätze entwickelten.

Fig. 3. Eine eben solche junge Pflanze, die sich in einer Schale bildete. Aus dem Sporidium entsprangen drei Fortsätze, wovon zwei an ihren Enden mit wurzelähnlichen Haftorganen versehen sind.

Fig. 4. Eine junge Pflanze in einem engen Glasröhrchen aus dem Sporidium herangewachsen.

Fig. 5. Die Spitze eines Zweiges von *Vaucheria clavata* stark vergrößert.

Fig. 6. Dieselbe Spitze etwas später, zur Fruchtkelle entwickelt.

Fig. 7. Die Fruchtkelle reif, das Sporidium zum Austritte bereit.

Fig. 8. Der Schlauch (*Coniocysta*) der Fruchtkelle aufgesprungen, und die lebendige Spore im Begriffe des Austretens. Eben fängt der freie Theil an, sich zu drehen.

Fig. 9 und 10. Freie herumschwimmende Sporen von verschiedener Grösse und Form. Während die Flimmerbewegung bei

der einen (Fig. 9) äusserst rasch erfolgt, ist sie bei der andern (Fig. 10) durch Opium-Extract etwas gelähmt, wodurch die Flimmerorgane sichtbar werden.

Fig. 11. Der entleerte Fruchtschlauch (*Coniocysta*).

Fig. 12. Dessgleichen etwas später. Die Scheidewand hat sich erhoben, und dehnt sich zu einem Schlauche aus.

Fig. 13. Weiter fortgeschritten, durch den Fruchtschlauch hindurch gewachsen, und im Begriffe, eine neue Fruchtkeule zu bilden.

Fig. 14. Dasselbe, nur geschah die Verlängerung seitlich von der Querwand.

Fig. 15. Ein kleines Stück der Oberfläche von der lebenden Sporidie von vorne genommen. Man sieht durch das glasartige, durchsichtige, punctirte Epithelium die an der Innenseite angelagerten Chlorophyllkörner in verschiedenen Schichten.

Fig. 16. Rand eines schwimmenden Sporidiums im Zustande von eben eingetretener Lähmung, wobei man die Cilien in langsamer Bewegung wahrnimmt.

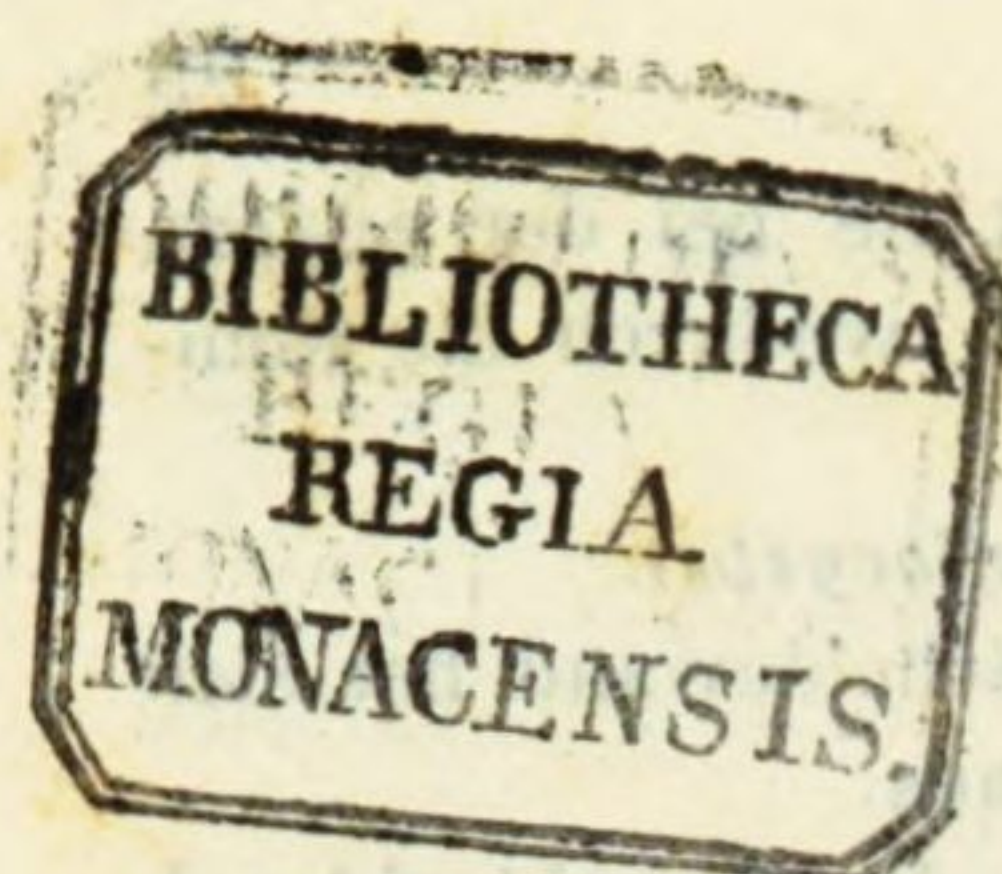
Fig. 17. Stück des Epitheliums nach Berstung des Sporidiums, sehr vergrössert. Man bemerkt durch längere Zeit die kolbenförmigen Cilien in schwankenden Bewegungen.

Fig. 18. Das Verhältniss des Körperumfanges einer thierisch lebenden Spore *a* zum Umfang der eben abgestorbenen Spore *b*.

Fig. 19. Das Innere der Spore in einer Durchschnittsebene betrachtet, wie sie bei grösserer Annäherung des Objectes erscheint.

Fig. 20. Drei keimende Sporidien, durch ihre Fortsätze verschlungen, auf dem Wasser schwimmend.

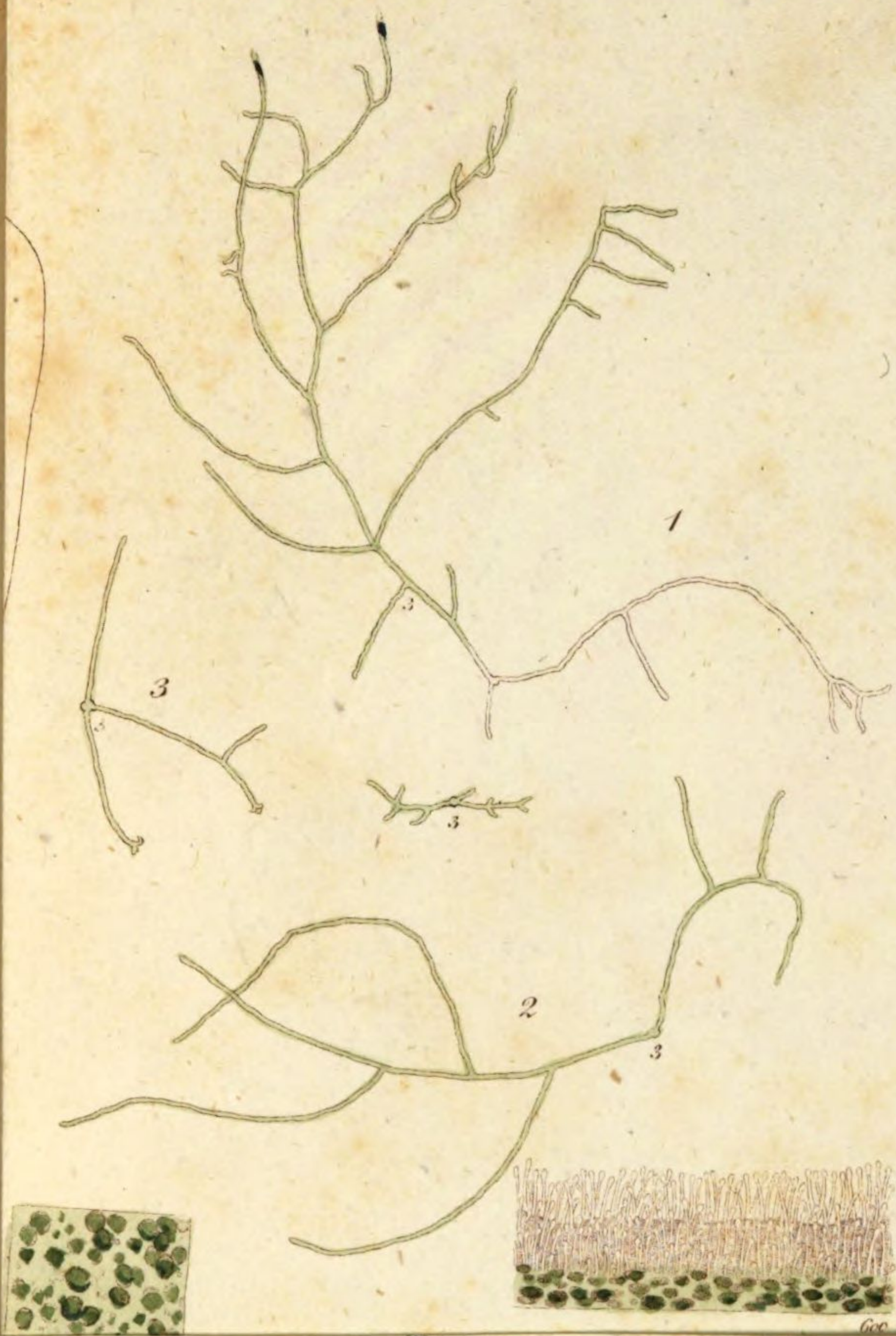
Fig. 21 und 22. Wurzelförmige Haftorgane junger Vaucherien, die sich an der Wand des Glases befestigten; Fig. 22 sind sie von zwei Individuen zusammen geschlungen.

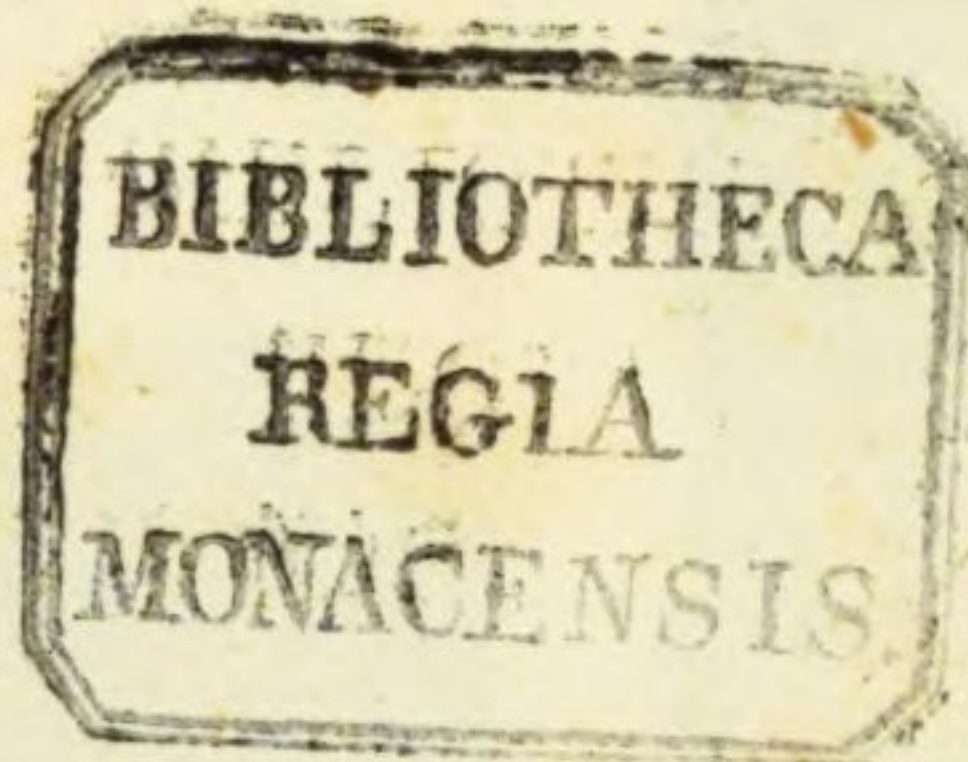


Inhalt.

	Seite
I. Brief. Vorwortliches	1
II. » Geschichtliches über <i>Vaucheria clavata</i> . Beobachtungen der freiwilligen Bewegung ihrer Sporen und deren Proliferiren. Meinungen darüber	3
III. » Veranlassung zur Untersuchung. Beschreibung der <i>Vaucheria</i> . Die ersten Lebenserscheinungen	12
IV. » Bildung der Fruchtkeulen, Veränderungen und Reifen derselben	18
V. » Entbindungsvorgang der Sporidien aus dem Fruchtschlauche	21
VI. » Organisation und Lebenserscheinungen der Sporidien. Bewegungen	28
VII. » Rückblick auf den eigentlichen Entwicklungsvorgang der Sporidien. Ursache der Bewegungen	34
VIII. » Dauer des animalen Lebens. Natürlicher und gewaltsamer Tod	43
IX. » Zurücksinken des animalen Lebens in das vegetative. Keimen der Sporidien. Wachsthum. Productivität	47
X. » Prolification der Mutterpflanze. Fortdauernde Productivität	51
XI. » Einfluss der verschiedenen Temperaturen auf die thierische Sporidie und auf die pflanzliche Entwicklung derselben	55
XII. » Einfluss der Luft auf das Leben und die Entwicklung der Sporidie	60
XIII. » Einfluss des Lichtes auf das Leben der Sporidie	64
XIV. » Wirkungen der Electricität auf das Leben der Sporidie	67
XV. » Einwirkung verschiedener chemischer Agentien auf das Leben der Sporidie	73
XVI. » Die Organisation der Sporidien der <i>Vaucheria clavata</i> findet sich auch bei andern Algensporen	76
XVII. » Die Keime der <i>Vaucherien</i> u. s. w. sind thierische Embryonen	80
XVIII. » Rückblick. Folgerungen	90
Erklärung der Abbildungen	98









1. 6.

Unger, Franz

Die Pflanze im Momente der Thierwerdung

Wien 1843

Phyt. 741 s

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10303749-8